



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

SIMULAATIOTAPAUKSEN SUUNNITTELU

Verenvuoto leikkauksessa

Henri Mäenpää

Joonas Niemi

Opinnäytetyö
Lokakuu 2016
Sairaanhoitajakoulutus



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Hoitotyön koulutus
Perioperatiivinen hoitotyö

MÄENPÄÄ, HENRI & NIEMI, JOONAS:
Simulaatiotapauksen suunnittelu
Verenvuoto leikkauksessa

Opinnäytetyö 50 sivua
Lokakuu 2016

Opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda Tampereen ammattikorkeakoulun simulaatiomahdollisuudet ja -rajoitteet huomioiva simulaatiotapaus perioperatiivisen hoitotyön vaihtoehtoihin ammattiopintoihin suuntaavien opiskelijoiden opetukseen. Työ keskittyy anestesiahoitotyön näkökulmaan ja käsittelee verenvuotopotilaan hoitoa leikkauksessa. Tavoitteena oli tuottaa nykytietoon ja tutkimustuloksiin pohjautuvaa opetusmateriaalia, jota voi sellaisenaan hyödyntää simulaatio-opetuksessa ja jonka avulla opiskelijoita voidaan harjoituttaa toimimaan vastaavassa todellisessa tilanteessa. Lisäksi tavoitteena oli myös koostaa opinnäytetyöraportin teoriaosuudesta paketti, joka antaa hoitotyötä opiskeleville tietoa vuotavan potilaan anestesian aikaisesta tarkkailusta ja hoitomenetelmistä. Tutkimustehtävinä oli perehtyä simuloinnin käyttöön opetuksessa, sekä selvittää anestesiahoitollisesta näkökulmasta mitä vuotopotilaan kohdalla tulee tarkkailla ja miten toimia. Työ on menetelmältään toiminnallinen.

Verenvuoto leikkaussalissa on anestesiahoidolle akuutti tilanne, joka vaatii tarkkaa seurantaa ja toimenpiteitä. Potilaan happeutumista, ventilaatiota, verenkiertoa, nestetasapainoa sekä lämpötilaa on osattava seurata vankkaan osaamispohjaan tukeutuen. Tarvittavia toimenpiteitä on osattava tehdä riittävän ajoissa sekä oma-aloitteisesti että anestesiologisten määräysten mukaisesti. Työn tuloksena määriteltiin simulaatiotilanne, jossa edellä mainittuja asioita harjoitellaan turvallisissa olosuhteissa. Työn teoriaosuus sekä tuotos antavat myös tietoa siihen, kuinka organisoidaan ja läpikäydään simulaatio-opetustilanne ryhmän kanssa. Lopullinen tuotos oli simulaatiotapaussuunnitelma, joka luovutettiin suoraan tilaajalle eikä se ole julkinen.

Työ tarjoaa paljon jatkokehittämismahdollisuuksia. Koska yksittäiseen simulaatiotapaukseen mahtuva opetuksellinen sisältö on hyvin rajattu, jää anestesiahoitotyön laajaan aihepiiriin paljon osa-alueita, joihin simulaatiotapauksessamme ei paneuduta.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Nursing and Health Care

MÄENPÄÄ, HENRI & NIEMI, JOONAS:
A Simulation Case
Intraoperative Hemorrhage

Bachelor's thesis 50 pages
October 2016

The purpose of the thesis was to create an intraoperative simulation case that could be used in the simulation environment of Tampere University of Applied Sciences. The work concentrates on intraoperative hemorrhage and takes an anaesthesiological perspective to it. The objective was to produce teaching material supported by modern medical research: first, to create a concrete and ready-for-use simulation case to be used for educating students safely for the acute situation, and second, to compose a compact information package about the theoretical background regarding monitoring and nursing a bleeding patient. Concrete research tasks for the thesis were to study the use of simulation as a method of training in the field of healthcare, and to find out what is expected from an anaesthesiological nurse in case of intraoperative hemorrhage. The thesis is a functional study.

Intraoperative hemorrhage is an acute situation that asks for precise monitoring and actions. A patient's respiration, ventilation, circulation of blood, fluid balance and temperature must be followed as well as interpreted correctly based on extensive knowledge and experience. Needed and correct actions must be carried out in time. As a final result of the thesis, a simulation case where above mentioned matters would be practiced was specified. Besides clinical theory, the work also gives some views on how to run the simulation from start to finish including debriefing. The concrete plan of the simulation case is not public.

There are many possibilities to take the work further as the number of simulation training methods are growing. Totally new cases can be similarly developed as well as the current hemorrhage case could be extended to other cases.

Key words: perioperative nursing, anaesthesia, hemorrhage, simulation

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	TARKOITUS, TEHTÄVÄT, TAVOITE.....	7
3	TEOREETTISET LÄHTÖKOHDAT	8
3.1	Simulaatio-oppiminen.....	8
3.2	Vuotopotilaan anestesian aikainen tarkkailu	9
3.3	Verenvuodon hoito leikkauksessa	10
4	OPINNÄYTETYÖN MENETELMÄ.....	11
5	SIMULAATIO-OPPIMINEN	12
5.1	Simulaation historia ja kehitys.....	12
5.2	Simulaatio-oppimisen pedagoginen näkökulma.....	13
5.3	Simulaatio-opetuksen tavoitteet.....	14
5.3.1	Simulaatio-opetuksen etuja	14
5.3.2	Simulaatio-opetuksen haittoja ja esteitä.....	16
5.4	Simulaation vaiheittainen eteneminen	16
5.4.1	Valmistautuminen	17
5.4.2	Toiminta	18
5.4.3	Jälkipuinti.....	18
5.5	Simulaatiotilanteen suunnittelu.....	20
5.5.1	Tavoitteen asettaminen.....	20
5.5.2	Käsikirjoituksen luominen	21
6	VUOTAVA LEIKKAUSPOTILAS.....	23
6.1	Vuodon fysiologisia vaikutuksia	24
6.2	Vuotopotilaan anestesian aikainen tarkkailu	26
6.2.1	Happeutumisen ja ventilaation seuranta.....	26
6.2.2	Verenkierron seuranta ja hemodynamiikka	28
6.2.3	Nestetasapainon seuranta ja diureesi.....	30
6.2.4	Lämpötila	31
6.3	Arteriakanyyli ja verikaasuanalyysi.....	33
6.3.1	Valtimokanylointi toimenpiteenä.....	33
6.3.2	Verikaasuanalyysin ottaminen ja tulokset.....	34
6.4	Vuotopotilaan hoitokeinot	35
6.4.1	Kristalloidit	35
6.4.2	Kolloidit	37
6.4.3	Verivalmisteet	38
6.4.4	Muut valmisteet vuodon hoidossa.....	40
7	POHDINTA.....	42

7.1 Luotettavuus ja eettisyys	42
7.2 Johtopäätökset ja kehittämis ehdotukset	43
7.3 Prosessi ja yhteenveto	44
LÄHTEET	45

1 JOHDANTO

Simulaatio-oppiminen ja erilaiset virtuaaliset oppimisympäristöt ovat kasvavassa määrin lisääntyneet terveydenhuollon koulutuksessa maailmanlaajuisesti, vaikka suuret kustannukset usein ovatkin hidastaneet niiden käyttöönottoa (Gaba 2004, 2). Myös hoitoalan koulutus Suomen ammattikorkeakouluissa on mukana tässä kasvavassa kehityksessä

Simulaatiot tarjoavat mahdollisuuden täydentää perinteistä teoriaopetusta, jossa opiskelijat ovat toimineet passiivisina kuuntelijoina luento-olosuhteissa. Konkreettinen tekeminen, todellisten tilanteiden mahdollisimman tarkka jäljittely ja simulaatiotilanteiden jälkeen yhdessä tapahtuva jälkipuinti toimivat tehokkaana keinona oppia potilasturvallisesti niin käytännön kliinisiä perustaitoja kuin haastavampiakin erikoistilanteita, joita normaaleissa työolosuhteissa kohdataan harvoin. (Rall 2013, 13.)

Merkittävä leikkauksenaikainen verenvuoto on akuutti tilanne, joka vaatii määrätietoisia ja ennalta opeteltuja toimenpiteitä. Silmällä pidettävien asioiden sekä mahdollisten toimenpidevaihtoehtojen kirjon ollessa suuri tarvitaan tapoja ajaa sisään toimintamalleja mahdollisimman realistisella tavalla – teorian opiskelun lisäksi.

Opinnäytetyömme tarkoituksena on luoda Tampereen ammattikorkeakoulun simulaatiomahdollisuudet ja -rajoitteet huomioiva simulaatiotapaus perioperatiivisen hoitotyön vaihtoehtoihin ammattiopintoihin suuntaavien opiskelijoiden opetukseen. Simulaatiotapaus keskittyy anestesiahoitotyön näkökulmaan ja käsittelee verenvuotopotilaan hoitoa leikkauksessa.

Työn toimeksiantajana on Tampereen ammattikorkeakoulu (TAMK), jonka pyrkimyksenä on kasvattaa opetuksessa käytettävää simulaatiotapausten valikoimaansa.

2 TARKOITUS, TEHTÄVÄT, TAVOITE

Opinnäytetyömme tarkoituksena on luoda Tampereen ammattikorkeakoulun simulaatiomahdollisuudet ja -rajoitteet huomioiva simulaatiotapaus perioperatiivisen hoitotyön vaihtoehtoihin ammattiopintoihin suuntaavien opiskelijoiden opetukseen.

Seuraavat tutkimustehtävät sekä niiden määrittämiin ongelmiin vastaaminen toimivat työmme konkreettisena ohjenuorana.

1. Mitä on simulaatio-oppiminen, ja mitä hyötyjä sen käytöllä on?
2. Mitä asioita verenvuodosta kärsivän potilaan anestesian aikana tulee tarkkailla?
3. Kuinka reagoida verenvuotoon leikkauksessa?

Työn tavoitteena on tuottaa nykytietoon ja tutkimustuloksiin pohjautuvaa opetusmateriaalia, jota opetushenkilökunta voi sellaisenaan hyödyntää simulaatio-opetuksessa. Suunniteltu simulaatiotapaus harjaannuttaa opiskelijoita toimimaan vastaavassa todellisessa tilanteessa. Varsinaisen simulaatiotapauksen lisäksi tavoitteena on myös koostaa opinnäytetyöraportin teoriaosuudesta paketti, joka antaa hoitotyötä opiskeleville tietoa vuotavan potilaan anestesian aikaisesta tarkkailusta ja hoitomenetelmistä.

Henkilökohtaisella tasolla tavoitteemme on paneutua syvällisesti kiinnostaviin anestesiahoitotyön tilanteisiin, sekä myös harjaantua luotettavan tiedon etsimisessä ja sen kriittisessä arvioimisessa.

3 TEOREETTISET LÄHTÖKOHDAT

Aihetta tarkastellaan käytännönläheisestä hoitotyön näkökulmasta. Periaatteena on koota TAMK:lle olemassa olevasta tiedosta valmista oppimateriaalia. Työssä perehdytään kasvatus- ja lääketieteellisiin käsitteisiin, mutta vain työn tarkoitusta palvelevalla tasolla. Alla kuvataan ja määritellään opinnäytetyön sisällön kannalta keskeisiä käsitteitä työn lukemisen sekä ymmärtämisen helpottamiseksi.

Työssä esiintyviä keskeisiä käsitteitä ovat simulaatio-oppiminen, vuotopotilaan anestesian aikainen tarkkailu sekä verenvuodon hoito leikkauksessa.



Kuva 1- Teoreettiset lähtökohdat

3.1 Simulaatio-oppiminen

Simulaatiolla tarkoitetaan ympäristöä, jossa jäljitellään todellisuudesta peräisin olevaa tilannetta mahdollisimman autenttisesti. Simulaation idea perustuu konkreettiseen tekemiseen, todellisuuden jäljittelyyn ja koetun simulaatiotilanteen jälkeiseen prosessointiin. (Jalava 2001, 7.) Simulaatiota voidaan käyttää niin terveydenhuollossa kuin yleisemmin-

kin periaatteessa neljään käyttötarkoitukseen: asioiden ja ilmiöiden tutkimukseen, ihmisten koulutukseen, opitun testaamiseen sekä erilaisten järjestelmien tai organisaatioiden toimivuuden testaamiseen (SSH 2015).

Simulaatio-oppiminen itsessään on tyypillisesti aiemmin opitun tiedon soveltamisen opettelua. Simulaatiotilanteet voivat olla erilaisia taitoja harjoittavia ja testaavia. Vaikeusaste muokataan osallistuvan ryhmän kokemusten ja osaamisen mukaan, josta huolehtii simulaatiotilanteen ohjaaja. Simulaatiotilanteita ohjaavan henkilön tulee ottaa nämä edellä mainitut seikat huomioon ja tarvittaessa pystyä antamaan lisäohjeita simulointiin osallistuville oppimistavoitteiden saavuttamiseksi. (Wallinvirta & Nyström 2012, 26.)

Simulaatio-opetuksessa voidaan hyödyntää erilaisia simulaattoreita. Simulaattorilla käsitetään usein teknologiaa sisältävää laitetta, ohjelmistoa tai peliä, jonka avulla on mahdollisuus toteuttaa simuloitava tilanne. Simulaattoreita on hyödynnetty jo vuosia useiden eri alojen koulutuksessa ja opetuksessa. Simulaattoreita hyödynnetään muun muassa ilmailu- ja merenkulkualoilla, sotilaskoulutuksessa sekä kasvavassa määrin myös lääketieteen koulutuksessa. Simulaattoreiden kyky jäljitellä todellisuutta vaihtelee paljon. (Salakari 2007, 118–122.)

3.2 Vuotopotilaan anestesian aikainen tarkkailu

Sekä toimenpiteen elimistölle aiheuttama stressitilanne, että anestesia-aineiden elintoimintojen säätelyä lamaava vaikutus aiheuttavat tarpeen intensiiviselle peruselintoimintojen seurannalle ja valvonnalle. Nykypäivänä pääosin erilaiset valvontalaitteet suorittavat mittaukset automatisoidusti ja välittävät tiedot monitoreille, joita anestesia-asirahnohitaja sekä -lääkärei tulkitsevat.

Kappaleessa 6.2 perehdytään yleisanestesioidun potilaan seurantaan keskittyen erityisesti verenvuodosta kärsivän potilaan kannalta olennaisten elintoimintojen tarkkailuun.

3.3 Verenvuodon hoito leikkauksessa

Leikkauksesta riippuen riski merkittävään verenvuotoon vaihtelee suuresti. Esimerkiksi erityyppiset kudospoistot lähellä merkittäviä verisuonia tai sisäelimiä saattavat johtaa vakaviin vuotoihin leikkauksen aikana. Tyypillisiä komplikaatioita merkittävien leikkauksenaikaisten vuotojen seurauksena ovat elimistön asidoosi, hypotermia, koagulopatia, elektrolyyttiepätasapaino, verensiirtoon liittyvä keuhkovaurio (*engl. transfusion related acute lung injury, TRALI*), sekä hyperglykemia. (Inkinen 2006; Xueqin 2015, 209-211, 208.)

Tyypillisiä toimenpiteitä äkillisen vuotopotilaan kanssa leikkauksessa ovat kirurgisen toimenpiteen keskeyttäminen, ja keskittyminen vuodon hallintaan, nestehoito käsittäen kirkkaat perusnesteet eli kristalloidit, elektrolyytit, sekä verituotteet. Potilaan ja nesteiden lämmittäminen kuuluu myös normaaleihin toimenpiteisiin. Potilaan hemodynamiikkaan liittyvien kokeiden toistuva seuranta tilanteen edetessä (esimerkiksi verikaasuanalyysi) on oleellista tilanteen tasalla pysymiseksi. Potilaan omaa verta voidaan ottaa talteen ja palauttaa sitä laskimoreittia myöden takaisin. Myös vasoaktiiviset lääkkeet kuuluvat keinovalikoimaan. (Hiippala 2004; Xueqin 2015, 208.) Sitä mukaa kun vuodon määrä nousee, otetaan ylläolevasta keinovalikoimasta uusia vaihtoehtoja käyttöön; esimerkiksi kristalloidien rinnalla aletaan antaa punasoluja kun tietty siirtokynnys saavutetaan (Vikatmaa, Schramko & Hiippala 2015, 1917). Siirtokynnys pohjautuu yleensä mitattuun hemoglobiiniarvoon.

Tässä opinnäytetyössä verenvuototilanne oletetaan tapahtuvan yllättävänä leikkausolosuhteissa. Erona päivystykselliseen, vuotavaan traumapotilaaseen verrattuna nähdään kontrolloidumpi ympäristö heti vuodon alusta lähtien.

4 OPINNÄYTETYÖN MENETELMÄ

Toiminnallista opinnäytetyötä voidaan pitää vaihtoehtona perinteisemmille tutkimuksellisille opinnäytetöille, jotka hyödyntävät pääasiassa laadullista tai määrällistä tutkimusmenetelmää. Toiminnallisen opinnäytetyön tavoitteena on tuottaa kyseistä ammattialaa hyödyntävää materiaalia erilaisten oppaiden, videoiden, ohjeistuksien tai toiminnallisen tapahtuman kautta. Ammattikorkeakouluissa toteutetut toiminnalliset opinnäytetyöt sisältävät toiminnan tai tuotoksen tekemisen lisäksi kirjallisen raportin työstä. (Vilkkä & Airaksinen 2003, 9.)

Kirjallinen raportti opinnäytetyöstä kokoaa teoriaa käsitelystä aiheesta, kertoo työn lähtökohdista, kuvaa opinnäytetyön prosessin etenemistä, kuvaa tuotosta ja kokoaa saadut tulokset. Raportin lopussa kirjoittaja myös esittää omaa pohdintaa aiheesta ja tehdystä työstä. (Vilkkä & Airaksinen 2003, 79–83.) Toiminnallisissa opinnäytetöissä painopiste usein on enemmän suunnitellussa toiminnassa tai tuotoksen toteuttamisessa, kuin kirjallisessa osuudessa. Kirjallisen raportin sisältämä teoretieto aiheesta tulee kuitenkin perustua tarkoin harkittuihin ja luotettaviin lähteisiin, joilla perustellaan myös omia opinnäytetyön tekemiseen liittyviä valintoja (Vilkkä & Airaksinen 2003, 72–77).

Toteuttamamme opinnäytetyö tulee noudattamaan toiminnallisen opinnäytetyön metodia. Toiminnan sijaan suunnittelemme simulaatiotapauksen ja tuotamme siitä kirjallisen dokumentaation. Tuotoksen avulla kyseisen tapauksen harjoittaminen opiskelijaryhmillä on mahdollisimman suoraviivaista ja johdonmukaista. Tuotosdokumentaatio sisältää kuvauksen simuloitavasta tapauksesta, simulaation toteuttamiseen tarvittavista rooleista, tarvittavasta välineistöstä sekä tapauksen oppimistavoitteista. Tuotos on kirjallinen ja toimitetaan työn tilaajalle valmiin opinnäytetyön liitteenä. Julkaistavassa opinnäytetyö versiossa liitettä ei ole.

5 SIMULAATIO-OPPIMINEN

5.1 Simulaation historia ja kehitys

Erilaisten simulaatiomenetelmien käyttö on ollut osana opetusta jo useamman vuosikymmenen ajan, ja sen merkitys vain jatkaa kasvuaan. Terveystieteiden simulaatio-oppimisen katsotaan kulkeutuneen muilta korkean luotettavuusvaatimusten aloilta, kuten lentoliikenne, sotilaskoulutus ja ydinvoima (Gaba 2004, 2). Ajallisesti simulointi teki varsinaisen läpimurtonsa terveydenhuollon aloille vasta 1980-luvulla yhdysvaltalaisprofessori David Gaban tuodessa sen ensimmäiseksi lääketieteessä anestesiologian saralle (Suvanto & Väisänen 2010).

Suomeen ensimmäiset tietokoneohjatut potilasnuket hankittiin vuonna 2000 puolustusvoimien ja Arcada ammattikorkeakoulun käyttöön (Hallikainen & Väisänen 2007). Sen jälkeen koko 2000-luvun alun Suomessa on tapahtunut paljon kehitystä simulaatioiden saralla. Eri puolilla Suomea sijaitsevat ammattikorkeakoulut ovat rakennuttaneet virtuaalisia oppimisympäristöjä sekä simulaatiotiloja ammattikorkeakoulujen yhteyteen. Muun muassa vuonna 2004 Rovaniemen ammattikorkeakoulu rakennutti virtuaalisen oppimisympäristö ENVI:n (ENVI n.d.) ja vuonna 2011 käynnisti Savonia ammattikorkeakoulu Kuopiossa hankkeen, joka valmistui vuonna 2014 lopputuloksena SIMULA-simulaatiokeskus hoitotyön käyttöön (SIMULA 2011). Tampereen seudulla ollaan vuoden 2016 syksyllä uudistamassa terveydenhuollon simulaatioympäristöjä: Tampereen yliopiston lääketieteen yksikkö, Tampereen ammattikorkeakoulu sekä Pirkanmaan sairaanhoitopiiri ovat yhdessä perustamassa Pirkanmaan Taitokeskusta, jossa kliinisten taitojen oppimista voidaan vastedes harjoitella yhteisellä välineistöllä (Hakkarainen 2016).

Vaikka teknologia jatkaa kehittymistään, voidaan tietokoneohjattujen korkean teknologian simulaatioympäristöjen nähdä nykyisellään saavuttaneen jo jonkinlaisen kypsyystason kehityskaarensa. Rall'in (2013, 10) näkemyksen mukaan simulaatio-opetuksen tavoitteellinen painopiste on selvästi siirtynyt teknisen simulaatioaitouden tavoittelusta enemmän inhimillisiin tekijöihin niin simulaatio-ohjauksen kuin itse harjoiteltavien asioidenkin suhteen. Toisin sanoen ollaan siirrytty realismin tavoittelusta relevanssin korostamiseen (Rall 2013, 17-18).

5.2 Simulaatio-oppimisen pedagoginen näkökulma

Simuloinnin käyttämiselle oppimisen apuvälineenä on vankka tuki kasvatustieteellisissä perusteissa. Simulaatio-oppimisen käsitteellistä perustaa voidaankin yrittää jäsentää etsimällä yhteneväisyyksiä eri oppimiskäsitysten suuriin päälinjoihin.

Behaviorismi näkee oppimisen mekaanisena tapahtumana, jonka keinoina ovat palkitseminen oikeasta reaktiosta ja mahdollinen rankaisu väärästä. Asian ymmärtämistä ei nähdä oleellisena vaan oikean vasteen antaminen ärsykkeeseen on tavoiteltu asia. Kyse on siis ehdollistamisesta. (Karjalainen 2006, 5.) Koska ymmärtävä oppiminen ei ole keskiössä, voidaan sanoa, että opitun yleistäminen, eli *siirtovaikutus* eri ympäristöihin, ei toimi kunnolla (Karjalainen 2006, 5-7; Eteläpelto 2006, 9; Eteläpelto ym. 2013, 25-26). Pelillisyyttä korostavissa simulaattorimalleissa voidaan nähdä behavioristisia piirteitä, koska niissä usein palkitaan antamalla pisteitä oikeasta suorituksesta (Eteläpelto ym. 2013, 25-26).

Humanistinen oppimiskäsitys korostaa oppijan vapautta ja aitoa motivaatiota opettajakaskeisyyden sijaan (Tuomola & Maijanen 1999). Karjalainen (2006, 13) korostaa humanistisen suuntauksen elämyksellisyyttä ja kokemuksellisuutta, ja tämä nähdäksemme onkin oleellisin suuntauksen korostus simulaatio-oppimista ajateltaessa. Simulointi voidaan nähdä myös Kolbin (2008) kuuluisan kokemuksellisen oppimisen mallin, jossa korostetaan aktiivisen kokeilun ja reflektion välistä syklisyyttä, ilmentymänä.

Päinvastoin kuin behaviorismi, kognitiivinen psykologia keskittyy ihmisen sisäisiin prosesseihin ja niiden ymmärtämiseen (Karjalainen 2006). Oleellista on opittavan asian ymmärtäminen, joka tukee opitun siirtovaikutusta. Samoin omaa tietoista reflektiota korostetaan. (Eteläpelto 2006.) Simulaatio-oppimisessa opitun tiedon jäsentyminen aitoa tilannetta vastaavassa ympäristössä sekä reflektion korostunut osa, voidaan nähdä kognitiivisuuden ilmentymänä.

Viime vuosituhannen loppupuolella ryhdyttiin kiinnittämään huomiota enenevästi siihen, että siihenastiset oppimisteoriat olivat keskittyneet vain yksilöihin. Sosiaalisen oppimisen suuntaus lähtee siitä, että oppijan ympäristö vaikuttaa aina oppimiseen (Eteläpelto 2006).

Toisessa kirjoituksessaan Eteläpelto ym. (2013) toteaa vahvasta tutkimusnäytöstä yhteisöllisen oppimisen puolesta; sosiaalisissa yhteisöissä tapahtuva oppiminen tehostuu monin tavoin ja oppimismotivaatio yleensäkin paranee, kun toimitaan ryhmässä. Sopivien vertaisryhmien lisäksi sosiaalinen oppiminen puoltaa mahdollisimman autenttisia oppimisympäristöjä, sekä keskittymistä oppijoiden identiteetin rakentumiseen yksittäisen faktatiedon sijaan (Eteläpelto 2006, 38). Simulaatiomenetelmät sopivat näihin ajatuksiin täydellisesti.

5.3 Simulaatio-opetuksen tavoitteet

Simulointiopetuksen yleisenä tavoitteena on luoda sisäinen toimintamalli, joka auttaa toimimaan vastaavanlaisissa tilanteissa todellisessa työympäristössä. Simulaatiot antavat mahdollisuuden harjoitella työelämän haasteellisia tilanteita ilman potilaisiin kohdistuvia haittoja. (Salakari 2007, 116–118.) Simulaation etu konkreettisen toimintamallin omaksumisessa on realistinen tilannesidonnaisuus. Rall (2013, 15-16) on samoilla linjoilla todetessaan pyrkimyksenä olevan löytää vastaus kysymykseen *miksi* paremminkin kuin *mitä*. Toisin sanoen toteutetaan niin sanottua kaksoissilmukkaoppimisen mallia, jossa oleellista on löytää taustalla olevat olettamukset valitulle tekemiselle miksi-kysymyksillä.

Salakarin edellä mainitseman sisäisen toimintamallin luomisen voidaan katsoa olevan simuloinnin yleisenä tavoitteena olipa yksittäisen simulaatiotapauksen konkreettisena tavoitteena mikä tahansa. Tyypillisiä oppimistavoitteita voivat olla esimerkiksi harjoituttaa erilaisten toimenpiteiden konkreettista suorittamista virheiden vähentämiseksi, toiminnan rutinoimiseksi ja tehokkuuden parantamiseksi. Toisaalta tavoitteet voivat olla vähemmän konkreettisia ja keskittyä esimerkiksi ryhmätyöskentelyn tehostamiseen ja kriisitilanteissa tarvittavien ajattelumallien hiomiseen (Rall 2013, 11).

5.3.1 Simulaatio-opetuksen etuja

Simulaatioharjoittelulla on asiantuntijoiden ja tutkimusten mukaan monia etuja, joita jaotellaan seuraavassa vertailukohtien eli muiden oppimismenetelmien perusteella.

Teoriaopetus, jota voidaan pitää simulaatioharjoittelun tehostavana elementtinä, parhaimmillaankin tapahtuu väistämättä etäällä todentuntuisesta työympäristöstä. Tällöin aiemmin mainittu opitun siirtovaikutus jää vähäiseksi. Lisäksi Steadman ym. (2006, 151) mainitsee havaituiksi eduiksi oppijoiden lisääntyneen innostuksen ja itseluottamuksen kasvun. Hän korostaa oppijakeskeisyyttä sekä mahdollisuutta ”tavoitteellistaa” opittava asia, jolla on selkeä vaikutus motivaatioon. Itseluottamukseen ja osaamisvarmuuteen viittaavat myös Mullen ja Byrd (2013) todetessaan harvinaisten ja yllättävien tilanteiden harjoittelun, joihin törmääminen käytännön harjoittelujaksoilla on harvinaista tai vähintäänkin satunnaista. Kivinen (2008, 65) toteaa kokonaisuuksien hahmottamisen paranevan kun teoriaopetukseen yhdistetään simulaatiotyypinen harjoittelu.

Käytännön harjoittelu on laajasti terveydenhuollon opetuksen eri tasoilla käytetty opetusmenetelmä, johon simulaatio-oppimista kenties eniten verrataan. Tähän liittyy aiemmin mainittu vastakkainasettelu realismin ja relevanssin välillä. Idealistinen täydellinen realismikaan ei kaikista näkökulmista tarkasteltuna olisi toteutuessaan hyvä asia: simulaation eduiksi voidaan nähdä mahdollisuus karsia pois sekoittavia asioita, jotka eivät liity harjoiteltavaan aihealueeseen (Nurmi, Rovamo & Jokela. 2013, 91; Dieckmann n.d., 3). Simulaatiotilanteet tapahtuvat kontrolloidussa ympäristössä ja ovat sikäli kontrolloidumpi ja muunneltavampi tapa oppia kuin autenttiset harjoitteluympäristöt (SSH 2015; Steadman ym 2006, 151). Steadman ym. (2006, 151) jatkaa edelleen virheiden tekemisen mahdollisuudesta joka liittyy oleellisesti potilasturvallisuuden tärkeään teemaan, tilanteen pysäyttämisen mahdollisuudesta sekä toistettavuudesta, jotka kaikki ovat simuloinnin keskeisiä piirteitä, ja joita käytännön harjoittelu ei mahdollista.

Gaba (2004, 6) mainitsee mahdollisuuden ”säädellä” vaatimustasoa: asiaa voidaan harjoitella halutulle osaamistasolle asti tarvittaessa useiden toistokertojen kautta. Osaamistaso voi hyvinkin olla jopa konkreettisesti mitallistettavissa tietylle tasolle, ja näin osaamistason arviointi helpottuu. Vaatimustason säätely on mahdollista myös aikapainetta muuttamalla harjoittelijoiden tasoon sopivaksi (Nurmi ym. 2013, 91).

Mielenkiintoisena lisävertailuna voidaan pitää tutkimusta, jossa Steadman (2006) vertaili simulaatio-oppimista ja toista uudehkoa terveydenhuollossa käytettyä oppimismenetelmää, ongelmaperustaista oppimista (*engl. problem-based learning*). Tutkimuksen mukaan simulaatio-oppimista voidaan pitää selkeästi parempana oppimismenetelmänä akuuttien tilanteiden opetteluun.

5.3.2 Simulaatio-opetuksen haittoja ja esteitä

Simulaation käyttöön liittyy myös haittatekijöitä. Monet näistä haasteista ovat kuitenkin itseasiassa käytännön toteuttamiseen paremminkin kuin periaatteellisia, itse menetelmään liittyviä esteitä. Yleisesti ottaen yhtenä perustavaa laatua olevana haasteena tulee aina olemaan hyötynäkökohtien selkeän mittaamisen vaikeus verrattuna usein huomattavasti helpompaan haittojen, erityisesti kustannusten, itsestäänselvyteen (Gaba 2004, 7).

Simuloinnin kustannukset vaihtelevat toteutustavasta riippuen paljon. Suurimmat käytön tuomat mahdolliset edut nähdään kuitenkin juuri melko korkean kustannustason toteutuksissa (*engl. high-fidelity simulation*), joilla harjoitellaan usein kriittisiä tilanteita varten. Kustannusten lisäksi toteutuksellisena haasteena nähdään simuloinnin integroiminen muuhun opetukseen. Selvää on, ettei käytännön harjoittelujaksoja eikä toisaalta teorian opettelua voida kokonaan korvata simuloinnilla, joten simulointi tulee aina olemaan yksi vaihtoehto opetusmenetelmien joukossa. (Gaba 2004.)

Monet kokevat simulaatiotilanteiden ja –ympäristöjen riittävän realismin tunteen puuttumisen ja ”asioiden kuvittelemisen” haittaavaksi tekijäksi (Kivinen 2008, 51-54). Mattila ym. (2013, 84–85) myöntää saman perusongelman simulaattoreiden rajallisten mahdollisuuksien kanssa: monet hyvinkin oleelliset ja tavanomaiset asiat kuten suoniyhteyksien avaaminen ja oikeiden nesteiden käyttö vaativat usein ”oikomista” toteutuksessa. Kuitenkin, realismin puutteen tuomiin oppimisesteisiin voitaneen pyrkiä vaikuttamaan hyvin suunnitellulla harjoittelutilanteen alustamisella ja motivoinnilla.

5.4 Simulaation vaiheittainen eteneminen

Simulaatiokontekstin (*engl. simulation setting*) voidaan ymmärtää käsittävän kokonaisuuden tai asiayhteyden, jossa simulaatioharjoittelua tapahtuu. Tällainen kokonaisuus voi olla esimerkiksi hoitotyötä opettavan oppilaitoksen kurssi, jonka osana on simulaatioharjoittelua. Laajasti ymmärrettynä tämä kokonaisuus voidaan jakaa moniin eri vaiheisiin; Dieckmann (n.d., 2) näkee tässä seitsemän vaihetta, kun taas Eppich ym. (2013, 215)

teoretisoivat simulaatiokontekstin kahdeksaan vaiheeseen. Simulaatiokonteksti sisältää muun muassa aiheeseen liittyvän teoriaopetuksen.

Tästä eteenpäin keskitytään kuitenkin vain itse *simulaatioharjoitukseen*, joka voidaan jakaa kolmeen vaiheeseen: valmistautuminen, toiminta ja jälkipuinti (Niemi-Murola 2004, 682-683; Kellomäki 2013, 18; Tervaskanto-Mäentausta & Roivainen 2013, 52). Nämä kolme vaihetta sisältyvät suoraan osiksi ylempänä mainittuja ylemmän tason simulaatiokontekstin malleja. Rajanvetona mainittakoon, että valmistautuminen käsitetään nyt simulaatiotapauskohtaisena vaiheena, eikä esimerkiksi simulaatioympäristöön tutustumista nähdä osaksi sitä.



Kuva 2 - Simulaatioharjoituksen vaiheet (Niemi-Murola 2004, 682-683; Kellomäki 2013, 18; Tervaskanto-Mäentausta & Roivainen 2013, 52)

5.4.1 Valmistautuminen

Valmistautumisen, eli *orientaation*, tarkoituksena on kertoa koko ryhmälle harjoituksen tarkoituksesta, yleisen tason tavoitteista sekä pelisäännöistä. Pelisäännöillä tarkoitetaan muun muassa muistuttamista siitä, ettei ketään tulla arvostelemaan suorituksesta, ellei kyseessä ole nimenomaan taitokokeen kaltainen arvosteltava simulaatio, ja että harjoituksen kulkuun pätee vaitiolovelvollisuus. Sääntöjen kertaamisen yhtenä tarkoituksena on myös rohkaista osallistujia eläytymiseen. Orientaatioissa käydään läpi normaalit käytännön toteutukseen liittyvät asiat kuten aikataulut ja tauotukset. Itse simulaatiotapauksen yksityiskohtiin ei tässä yhteydessä mennä. (Kellomäki 2013, 18; Tervaskanto-Mäentausta & Roivainen 2013). Dieckmann ym. (2013) sekä Eppich ym. (2013, 226) korostavat valmistautumisvaiheessa tapahtuvaa ryhmän motivointia: sen vaikutukset näkyvät koko simulaatioharjoituksessa. Motivoinniksi voidaan käsittää teemaan liittyvien asioiden tärkeyden korostamisen lisäksi myös esimerkiksi realismisuuspuitteista etukäteen muistuttamisen, jotta kenellekään ei tule yllätyksenä tarve mielikuvituksen käytölle.

Valmistautumisessa (*engl. scenario briefing*) käydään läpi Dieckmannin (n.d., 3) mukaan myös potilaan historia ja nykytilanne, sekä mahdolliset hoidolliset tarpeet. Näiden lisäksi kuvaillaan tarkka tilannekuvaus muun muassa missä ollaan ja mihin aikaan vuorokaudesta. Eppich ym. (2013, 220) mainitsee myös tilannetta varten tehtävän roolijaottelun, toisin kuin Kellomäki (2013, 15) joka katsoo roolien jaon osaksi toteutusvaihetta. Roolitukseen usein liittyy myös kirjallisesti annettavaa materiaalia. Valmistautumisen lopuksi voidaan tarkkailevia oppijoita ohjeistaa vielä erikseen esimerkiksi asioista joihin keskittyä, tai jakaa oppijoita tarkkailemaan eri osa-alueita (Eppich ym. 2013, 223).

5.4.2 Toiminta

Varsinainen toiminta- ja toteutusvaihe alkaa heti valmistautumisen jälkeen, ja sen suositeltu kesto on yleensä luokkaa 10–15 minuuttia (Kellomäki 2013, 15). Siinä roolin saaneet opiskelijat menevät simulaatiotilaan ja tilanne alkaa. Eppichin ym. (2013, 222) mukaan simulaatiotilanteeseen osallistuvien rooleja voi olla kahdenlaisia: varsinaisia oppijoiden rooleja (hoitajat, lääkärit) ja muita rooleja (*engl. confederates*), kuten esimerkiksi potilaan sukulainen. Muu osa opetusryhmästä, jotka eivät varsinaiseen simulaatiotilanteeseen osallistu seuraavat tapahtumia yleensä erillisessä tilassa, jossa seuraaminen mahdollistetaan simulaatiotilasta välittyvän videokuvan avulla (Suvanto & Väisänen 2010, 13).

Tapauksen eteneminen alkaa simulaatiotilanteen ohjaajan antamien tai aiheuttamien herätteiden (*engl. trigger*) kautta. Nämä herätteet voivat olla etukäteen asetettuja, kuten eritteet, mustelmat tai haavat, tai lennosta mukaan tuotavia, kuten simulaattorinukesta saatavien mittausarvojen muutokset sekä nukan tai käsikirjoitukseen kuuluvien ylimääräisten roolien antamat herätteet. (Eppich ym. 2013, 221–223.)

5.4.3 Jälkipuinti

Jälkipuinti, eli *debriefing*, on simulointiharjoituksen viimeinen ja tärkein vaihe, jonka onnistumisesta pääosin riippuvat saavutetut oppimistulokset (Shinnick ym. 2011, 110; Eppich ym. 2013, 225). Dieckmannin ym. (2013, 195) mukaan tavoitteena on itsereflektion keinoin, oppijakeskeisesti ja kannustavassa ilmapiirissä, löytää keskeiset asiat tilanteesta ja oppia kokemuksesta. Perinteisesti simulaatio-oppimiseen liittyvässä jälkipuinnissa on

käytetty maalaisjärkeä ja hyväksi havaittuja käytäntöjä, mutta monia tutkimukseen perustuvia strukturoituja menetelmiä on alettu ottaa laajemmin käyttöön (Phrampus & O'Donnell 2013, 74-77; Eppich ym. 2013, 226). Phrampus ym. (2013) jatkaa esittelemällä oman tapansa ryhmitellä jälkipuintitilanne kolmeen vaiheeseen, joilla kaikilla on oma tarkoituksensa: kokoamis-, analysointi- sekä soveltamisvaihe.

Kokoamisvaiheessa oppijat kertovat ensivaiheen ajatuksensa sekä tiiviisti sen, kuinka ymmärsivät tilanteen tai millaisena se heille näyttäytyi. Tätä vaihetta voidaan kutsua myös reaktio- tai kuvailuvaiheeksi (Szyld & Rudolph 2013; Dieckmann n.d.), koska tarkoituksena on hiljalleen siirtyä simuloinnin toimintavaiheesta syvällisempään keskusteluun käymällä läpi ensituntemuksia tilanteesta. Eppich ym (2013, 228) korostaa jälkipuinnin vetäjän roolin tärkeyttä tarkkailla osallistujien ensireaktioita heti simulaation lopumisen jälkeen, ja poimia näin mahdollisia teemoja myöhempään keskusteluun. Toisin sanoen virallisten oppimistavoitteiden lisäksi kannattaa pyrkiä käymään läpi myös asioita joita juuri sillä kertaa oppijoiden mielessä tuntui liikkuvan. Jälkipuinnin kokoamisvaiheessa vetäjän vastuulla on löytää tasapaino yksittäisten kokemusten läpikäymiseen menemättä kuitenkaan turhan yksityiskohtaiselle tasolle (Eppich ym 2013, 228). Kokoamisvaiheessa vetäjän kannattaa keskittyä turvallisen, ei-tuomitsevan ilmapiirin luomiseen ja varmistaa että kaikki osallistujat pääsevät ääneen (Kellomäki 2013, 17).

Valtaosa jälkipuinnin kestosta käytetään yleensä keskimmaisessä analysointivaiheessa. Siinä ryhmä kokonaisuutena keskustellen syventyy tapauksen oleellisimpiin tapahtumiin sekä niiden syihin ja perusteisiin (Dieckmann n.d., 4). Keskustelussa oleelliset kysymykset ovat usein tyypiltään esimerkiksi ”mitä ajattelit siinä kohdassa” tai ”mistä tiesit mitä tehdä”; toisin sanoen osallistujan kriittisen ajatteluprosessin tarkastelu on avainasemassa (Fletcher ym. 2004). Myös Eppich ym. (2013, 229) on samoilla linjoilla edellisten kanssa ja sanoo syvällisen oppimisen tapahtuvan vasta, kun päästään tapahtumien pintaa syvemmälle tutkimaan osallistujien ajattelumalleja. Ohjaajan esittämät avoimet kysymykset voivat auttaa tässä (Fanning & Gaba 2007, 121).

Analysointivaiheen keskustelussa tulisi läpikäydä sekä onnistumiset että parantamista kaipaavat asiat. Vetäjän johdolla ryhmän haasteena on löytää molempia puolia ja käydä niitä tasapuolisesti läpi esimerkiksi tunnettua hampurilaismallia käyttäen, jossa kriittiset parannusehdotukset tulisi esittää positiivisten näkemysten välissä. Käytännössä vetäjän haasteena on usein osallistaminen ja vaarana on päätyä pitkiin ohjaajan puheenvuoroihin

(Dieckmann 2013, 209). Tavoitteena on kuitenkin oppijakeskeinen keskustelu, jossa vetäjä ihannetilanteessa toimii pelkkänä puheenjohtajana. Toisaalta kokenut ohjaaja voi tuoda keskusteluun omia henkilökohtaisia kokemuksiaan käytännön työstä, ja näin osallistua keskusteluun tasavertaisena keskustelijana. Analysoinnin loppuvaiheessa vetäjän kannattaa alkaa tuomaan keskustelua takaisin ylös ja pyrkiä auttamaan osallistujia yleistämään oppimaansa tietoa (Eppich 2013, 230).

Soveltamisvaiheessa vetäjän kannattaa tuoda selvästi esiin, että keskustelu on siirtymässä kohti loppua ja että nyt on aika nostaa esiin mahdollisia vielä askarruttavia asioita. Tarkoitus ei ole niinkään asioiden kertaava yhteenvedon luominen vaan eteenpäin katsova katsaus siihen, kuinka osallistujat voivat hyödyntää oppimaansa tulevaisuudessa (Eppich ym 2013, 230; Dieckmann n.d., 4; Szyld 2013, 92). Voidaan myös käydä kierros läpi, jossa osallistujat itse kertovat mitä mahdollisia jäljellä olevia haasteita vastaavassa todellisessa tilanteessa voisi olla (Dieckmann n.d., 4).

5.5 Simulaatiotilanteen suunnittelu

Hyvin rakennetulla simulaatiotilanteella on taustalla suunnittelu, johon on ajallisesti panostettu. Suunnitteluun käytetty aika usein palkitsee monipuolisella ja opetuksellisesti toimivalla simulaatiotilanteella. Suunnittelu lähtee usein tavoitteiden määrittelyllä, jota seuraa tilanteen konkreettisen käsikirjoituksen luominen.

5.5.1 Tavoitteen asettaminen

Kaikella opetuksellisella toiminnalla kuten myös simulaatioharjoittelulla tulee olla selkeä tavoite. Ennen tavoitteen asettamista on kuitenkin havaittava tarve koulutuksessa, ollen sitten yksittäisen toiminnan harjoittelu tai suuremman kokonaisuuden harjoittelu. Simulaation käyttö ja soveltuvuus kyseisen oppimistehtävän tai tavoitteen saavuttamiseksi tulee arvioida. Kaikkien taitojen harjoittelussa ja opetuksessa simulaatioiden käyttö ei ole suotavaa eikä tarkoituksenmukaista (Barrott, Sunderland, Micklin & Smith 2013, 172).

Tarpeen ja tavoitteen simulaatiotilanteille asettaa usein simulaatiota ohjaava ja suunnitteleva henkilö. Simulaatiolle asetetut tavoitteet tulee suhteuttaa tilanteeseen osallistuvan

ryhmän mukaan (Wallinvirta & Nyström 2012, 26). Ryhmän koostuessa ensikertalaisista on tavoitteiden määrä syytä pitää tiukasti rajattuna. Yhden tai kahden mekaanisen taidon harjoittelu voi olla aluksi oppimistavoitteena riittävä. Salakarin (2007, 159) mukaan tällä yksinkertaistamisella minimoidaan niin sanottua kognitiivista ylikuormaa ja tehostetaan oppimista.

Ryhmän koon puolestaan kasvaessa eri ammattiryhmien osallistuessa ja paljon kokemusta ennestään omaavien kanssa tulee asetetut tavoitteet olla monipuolisempia. Tavoitteet voivat yhdistellä kliinisiä käden taitoja ja ei-kliinisiä taitoja kuten yhteistyötä, kommunikointia sekä eri roolien mukaista toimintaa (Suvanto & Väisänen 2010, 12). Tavoitteiden monipuolistuessa myös simulaatiotilanteen laajuus ja erilaiset tilanteiden muutokset vaativat lisäsuunnittelua.

Simulaatiotilanteille asetetut tavoitteet tulisivat pohjautua sen alan opetussuunnitelmaan, jossa simulaatio-opetusta hyödynnetään (Nurmi ym. 2013, 90). Salakari (2007, 175–176) painottaa niin ikään oppimistavoitteiden ja mielenkiintoisten oppimistehtävien merkitystä oppimisen edistämisen kannalta. Lisäksi hän toteaa, että asetettujen oppimistavoitteiden tulisi olla sellaisia, jotka opiskelija kokee ammattitaitonsa kannalta merkitykselliseksi.

Edellä mainittu opetussuunnitelmaan ja koulutusalaan pohjautuva tavoitteen asettelu mallintaa simulaattoriopetukseen kehitettyä EBAT (*engl. Event Based Approach to Training*) opetusmenetelmää. Menetelmän perustana toimivat tapahtumaperustaiset harjoitukset, jotka on laadittu koulutuksen vaatimuksien ja tavoitteiden pohjalta. Tapahtumaperustaisesta harjoituksesta jollainen myös simulaatiotilanne on, suunnitellaan ennalta käsikirjoitus. Käsikirjoituksen on tarkoitus jäljitellä todellisuudesta peräisin olevaa oppimistilannetta. Menetelmä korostaa koulutuksen tavoitteiden, harjoitusten toteutuksen ja suoritettujen harjoitusten jälkeistä arviointia. (Salakari 2007, 99.)

5.5.2 Käsikirjoituksen luominen

Laaditun tavoitteen pohjalta simulaatiota ohjaava henkilö alkaa suunnitella oman koulutuksensa, osaamisensa ja käytettävissä olevien resurssien pohjalta varsinaista simulaatiotilannetta. Simulaatiotilanteen suunnitteluun vaikuttavat osaltaan käytettävissä olevat

tilat ja varustelu, koulutettavan ryhmän koko, asetetut tavoitteet ja simulaattorin ominaisuudet. (Nurmi ym. 2013, 88–92.)

Simulaattorin ominaisuudet vaikuttavat suunnittelun lisäksi myös opiskelijoiden motivaatioon ja kykyyn oppia. Mitä realistisemman ja monipuolisemman oppimiskokemuksen simulaattori tarjoaa sen suurempi on oppimisen siirtovaikutus. (Salakari 2007, 154.) Simulaatiotilanteen realistisuutta voidaan yrittää lisäksi lisätä muokkaamalla ympäristöä simuloitavaa tilannetta vastavaksi.

Suunnitellusta simulaatiotilanteesta laaditaan käsikirjoitus, jolla simulaation ohjaaminen helpottuu. Se sisältää kuvauksen simulaatiotilanteen tapauksesta ja tarkempia tietoja tilanteen etenemisestä ohjaajan itsensä haluamalla tarkkuudella. (Nurmi ym. 2013, 91.) Käsikirjoituksen sisältämän tapauskuvauksen tulee kuitenkin olla riittävän tarkka, jotta sen avulla simulaatiotilanteeseen osallistuvat saavat käsityksen tapauksesta, jossa he tulevat toimimaan (Salakari 2007, 100).

Käsikirjoitus toimii ohjaajalle tilannetta eteenpäinvievinä työvälineinä sekä mahdollistaa helposti simulaatiotilanteen uudelleen toteuttamisen jatkossa. Tilanteelle asetetut tavoitteet ja tarvittava välineistö ovat asioita, jotka on syytä kirjata ylös. Tilanteen jatkokehittelyn ja mahdollisten puutteiden havaitsemiseksi voi tilannetta ohjaava henkilö laatia käsikirjoituksen yhteyteen erillisen palautelomakkeen osallistujia varten (Nurmi ym. 2013, 92).

6 VUOTAVA LEIKKAUSPOTILAS

Verenvuoto on maailmanlaajuisesti suurin syy leikkaussaleissa tapahtuvissa kuolemissa (Irita 2011, 151). Verensiirtoja vaativia vuotoja esiintyy eniten ortopedian, sydänkirurgian, ruuansulatuskanavan alueen sekä traumakirurgisilla potilailla (Palo 2013, 311; Vikatmaa ym. 2015, 1915). Vuotopotilaan hoito vaatii leikkaussalin henkilökunnalta tiivistä yhteistyötä. Anestesiahoitaja seuraa vuodon määrää ja toteuttaa vuodon korvaamiseksi hoitotoimia potilaan riittävän homeostaasin ylläpitämiseksi.

Hoitotoimet leikkausvuodon korvauksessa määräytyvät pääosin arvioidun vuodon määrän pohjalta sekä verestä tehtävien laboratoriomääritysten seurannan avulla. Vuodon määrä suhteutetaan potilaan yksilölliseen normaaliin veritilavuuteen, joka vaihtelee lähdekirjallisuuden mukaan 55-75ml/kg. Vuodon hallintaan ja hoidon toteuttamiseen vaikuttavat merkittävästi vuodon nopeus ja määrä. (Hiippala 2004, 893; Salomäki 2014a, 332.) Yhden määritelmän mukaan, vuodon määrän saavuttaessa koko potilaan verivolyymin tilavuuden puhutaan massiivisesta verenvuodosta, jonka hoidossa toimitaan erillisen hoitoprotokollan mukaisesti (Vikatmaa ym. 2015, 1915; Xueqin ym. 2015, 209). Massiivisesta verenvuodosta ei ole yhtä kansainvälisessä käytössä olevaa määritelmää (Irita 2011, 152).

Hiippala (2004, 893) kuvaa verenvuodon hoidon muodostuvan kolmen tärkeän eri osatekijän turvaamisesta, joita ovat normaalin veritilavuuden ylläpito, riittävän veren hapenkuljetuskyvyn takaaminen sekä hemostaasin turvaaminen. Myös Jalonen (2012, 131) jakaa hoidon näiden kolmikannan muodostavien osatekijöiden mukaan. Osatekijöiden turvaaminen ja vuotopotilaan hoitaminen tapahtuvat portaittaisen hoitomallin avulla vuodon määrää arvioiden, alkaen vähäisen vuodon korvaamisesta kristalloideilla jatkuen aina vaativaan jo mainittuun massiiviverensiirtoprotokollan toteuttamiseen (Vikatmaa ym. 2015, 1917–1918).

Portaittainen hoitomalli muodostuu korvaavien nesteiden, verituotteiden ja mahdollisten lääkkeellisten valmisteiden annosta. Lisäksi vuodon hoitomenetelmäksi voidaan katsoa kuuluvan myös autotransfuusio, jossa potilaan menettänyt veri puhdistetaan erillisessä laitteessa ja palautetaan potilaaseen. (Vikatmaa ym. 2015, 1917–1919.)

6.1 Vuodon fysiologisia vaikutuksia

Tyypillisimpiä komplikaatioita merkittävien leikkauksenaikaisten vuotojen seurauksena ovat elimistön asidoosi, hypotermia, koagulopatia, elektrolyyttiepätasapaino, sitraattimyrkytys, verensiirtoon liittyvä keuhkovaurio (transfusion related acute lung injury, TRALI), sekä hyperglykemia (Xueqin 2015, 209–211). Näiden ymmärtäminen ainakin periaatteellisella tasolla on tärkeää ja auttaa muistamaan ne eri tilanteissa. Huomioitavan arvoista on myös se, että eri komplikaatiot voivat vaikuttaa toisiinsa ja voivat näin johtaa noidankehään, jonka korjaaminen on vaikeaa.

Hypovolemiasta johtuva elimistön happamoituminen, eli *asidoosi*, on seurausta vajavai-sesta kudospesuudesta, jolloin elimistön aineenvaihdunta siirtyy osin anaerobiseen tilaan ja lopputuloksena syntyy happamia laktaatteja. Edelleen, vuodon yhteydessä tapahtuva punasolujen merkittävä käyttö saattaa osaltaan vaikuttaa negatiivisesti happotasapainoon johtuen tuotteiden säilyvyyttä parantavista lisäaineista, jotka keskimäärin ovat happamia (SPR 2013; Xueqin 2015, 209). Hapto-emästasapainon vaikutukset elimistöön ovat moninaiset tässä yhteydessä mainittakoon yhteys veren hyytymisprosesseihin, jota asidoosi huonontaa (Xueqin 2015, 209).

Nukutettu kevyesti peitelty leikkauspotilas ei kuluta paljoa energiaa ja on näin ollen alttiina ruumiin lämpötilan laskulle jo ilman merkittäviä vuotojakia. Avoin leikkaushaava ja anestesiasta johtuva lämmönsäätelyn heikentyminen lisäävät lämpötilan laskun vaaraa. Hypovolemian nestehoito suurilla määrillä edelleen lisää riskiä lämpötilan laskulle mikäli ei käytetä riittävää esilämmitystä. *Hypotermiasta* voidaan puhua kun ruumiin ydinlämpö laskee alle 35 asteen. Kuten asidoosi, myös hypotermia huonontaa veren hyytymisprosesseja, jolloin vuodon hallintaan saaminen vaikeutuu. (Ahola 2013; Xueqin 2015, 209.)

Verta vuotava potilas menettää hyytymistekijöitä, eli hyytymisprosessiin osallistuvia yhdisteitä. Tämä *koagulopatiaksi* kutsuttu puutostila ilmenee yleensä vasta kun vuodossa on ylitetty verivolyymi, ja on seurausta sekä hyytymistekijöiden varsinaisesta kulutuksesta, että nestetäytöstä seuraavasta veren laimenemisestä (Vikatmaa ym. 2015, 1917; Xueqin 2015, 210). Yleensä vaje näkyy keskeisimmin fibrinogeenin ja protrombiinin tasoissa (Hiippala 2004, 897). Xueqin’in (2015, 210) mukaan laimenemista tapahtuu paitsi kristalloidien myös verituotteiden käytön seurauksena, koska niissä tyypillisesti on mukana antikoagulantteja lisäaineena.

Plasman *elektrolyyttitasapaino* on myös vaarassa verenvuodon yhteydessä, koska vuode-
tun plasman mukana menetetään merkittäviä määriä elintärkeitä elektrolyyttejä. Tyypil-
lisimmät vuodon aiheuttamat elektrolyyttikomplikaatiot liittyvät kalsiumiin ja kaliumiin,
joita on erityisesti seurattava vuotavan potilaan kohdalla. Kalsiumia tarvitaan muun mu-
assa veren hyytymisprosessiin, sydämen supistustoimintaan sekä vasomotorisen tonuk-
sen ylläpitoon. Hypokalsemia saattaa seurata suoran menetyksen lisäksi siitä, että veri-
tuotteet tyypillisesti sisältävät sitraattia lisäaineena, joka taas sitoo kalsiumia itseensä
(Hiippala 2004, 897; Xueqin 2015, 211). Pahimmillaan voidaan puhua sitraattimyrkytyk-
sestä, mikäli vapaan kalsiumin taso tippuu liiaksi (Miller 2015, 2441). Kalsiumin ohella
kaliumtaso vaikuttaa merkittävästi sydämen toimintaan siten että hyperkalemia ja hypo-
kalemia aiheuttavat rytmihäiriöitä (Rautava-Nurmi ym. 2010, 167). Syitä vuototilanteen
hyperkalemialle saattaa olla muun muassa verituotteiden korkea kaliumpitoisuus, kuivu-
minen tai asidoosi, joka aiheuttaa kaliumtasapainon siirtymistä solujen sisältä ulos (Rau-
tava-Nurmi ym. 2010, 167; Xueqin 2015, 211). Hypokalemian puolelle saatetaan vuoto-
tilanteessa joutua mikäli annetut nesteet eivät sisällä riittävästi kaliumia, tai hypovole-
mian aiheuttaman katekoliamiinitason nousu (luontainen tai annettu adrenaliini) siirtää
kaliumia solujen sisään, tai alkaloosi (Xueqin 2015, 211).

Verensiirtoihin liittyvä akuutti keuhkovaurio (*engl. transfusion related acute lung injury, TRALI*) on vakava komplikaatio, jonka tarkkaa mekanismia ei toistaiseksi tunneta. Tut-
kimusten mukaan TRALI on suurin kuolemien aiheuttaja potilailla, joiden kohdalla on
käytetty massiivisiirtoprotokollaa. Määritelmällisesti voidaan puhua TRALI:sta, mikäli
verensiirron jälkeen 6 tunnin sisällä tulee hengitysvaikeuksia, hypoksemiää ja nousee
kuume. Varteenotettavin selittävä teoria liittyy luovutetun veren valkosoluihin ja niiden
vasta-aineisiin. Todennäköisyys TRALI-komplikaatiolle kasvaa, mikäli siirretään puna-
solujen lisäksi jääplasmaa ja trombosyyttejä. (Inkinen ym. 2006, 433; Xueqin 2015, 211.)

Hyperglykemia on tyypillinen vaaratekijä leikkauspotilailla. Elimistöön kajoaminen on
stressitekijä, joka saa toisaalta vapautuvat katekoliamiinit estämään insuliinin tuottoa ja
vaikutusta, sekä toisaalta nostaa glukagonin vapautumista. Sinällään korkea verensokeri
ei aiheuta leikkaustilanteessa akuuttia vaaraa, mutta yleisemmin se hidastaa haavojen pa-
ranemista ja nostaa infektioherkkyyttä, sekä nostaa tilastollisesti yleistä kuolleisuusriskiä.
(Xueqin 2015, 211.)

6.2 Vuotopotilaan anestesian aikainen tarkkailu

Anestesiahenkilöstön työ leikkauksen aikana on paljolti monien eri asioiden huomioimista joko suoraan potilasta tarkkailemalla tai välillisesti anestesiatyöaseman näytölle tuotetun informaation tulkintaa. Tarkkailtaviin kokonaisuuksiin katsotaan yleisesti kuuluvan hengitys, verenkierto, lämpötasapaino, nestetasapaino, virtsaneritys, unen syvyys, kipu ja lihasrelaksaatio (Niemi-Murola ym. 2014, 91; Lukkari ym. 2015, 310–328). Seuraavassa keskitytään erityisesti vuotopotilaan tarkkailussa oleellisimpiin asioihin, eikä unen syvyyttä, kivun seurantaan tai lihasrelaksaatiota käsitellä tässä yhteydessä. Huomattavaa on, että eri osa-alueet eivät ole itsenäisiä toisistaan riippumattomia kokonaisuuksia vaan paremminkin liittyvät saumattomasti toisiinsa; erityisesti verenkierron voi katsoa liittyvän vahvasti kaikkiin muihin osa-alueisiin käyttämässämme jaottelussa. Edelleen tärkeänä yleisperiaatteena tulee muistaa keskittyä trendien seuraamiseen eikä absoluuttisiin arvoihin eri ihmisten fysiologiset mittausarvot vaihtelevat huomattavasti.

6.2.1 Happeutumisen ja ventilaation seuranta

Lähes kaikille yleisanestesioiduille leikkauspotilaille aiheutuu lähinnä lihasrelaksaatiovaatimusten seurauksena hengityslama, joka vaatii hengityskonehoitoa, josta vastaa anestesiahenkilökunta. Toisin sanoen, anestesiasta vastaavat henkilöt joutuvat, onneksi pitkälle automatisoidun ventilaatiokoneen avustuksella, pitämään huolen potilaan koko hengitystoiminnosta. Tämän tärkeyttä voidaan perustella tilastolla: yleisin anestesiasta johdettu komplikaatio on riittävän pitkään kestäneestä hypoksemiasta seurannut palautumaton aivovaurio (Salmenperä & Yli-Hankala 2014, 307). Niemi-Murolan ym. (2014, 19) mukaan hengityksen valvonta voidaan jakaa hengitystyön ja kaasujenvaihdon seurantaan. Tässä jaottelussa hengitystyötä mitataan hengitystaajuudella sekä muilla hengitysmekanismilla suureilla, ja kaasujenvaihtoa ensisijaisesti seuraamalla happikyllästeisyyttä (happeutuminen) pulssioksimetrialla ja ulostulevan ilman hiilidioksidipitoisuutta (ventilaatio) kapnometrialla. Verikaasuanalyysistä, jonka avulla kyetään seuraamaan molempia, lisää jäljempänä. Vuotopotilaan kohdalla hengityksen muutokset liittyvät usein vähenevään tai laimenevaan vereen, jolloin veren kaasujenkuljetuskapasiteetti käy riittämättömäksi.

Yleisanestesiodun, koneellisesti ventiloidun potilaan hengityksen seuranta painottuu vahvasti työaseman mittareiden seuraamiseen, ja perinteiset spontaanisti hengittävän potilaan hengitysmekaniikkaan keskittyvät seurantamenetelmät eivät ole keskiössä. Kuitenkin, itse potilaan kokonaisvaltaista tarkkailua ei sovi kokonaan unohtaa. Mahdollisia syanooseja ja fyysisten hengitysliikkeiden yleistilaa tulee seurata säännöllisesti, samoin kuin esimerkiksi intubaatioputken paikoillaan pysymistä ja letkujen moitteettomuutta. Normaalin hengitysfunktion häiriö kesken leikkauksen saattaa johtua itse ventilaatiopuolen, verenkierron tai leikkauksessa tapahtuvan komplikaation seurauksena. Fyysinen letkustohäiriö joko intubaatioputkessa tai koneeseen vievässä letkustossa; letkun taivuttaminen tai liman kertymisen aiheuttama tukkeutuminen, tai intubaatioputken liikkuminen liian syvälle oikeaan keuhkoon, saattaa aiheuttaa ongelman ventilaatiossa. Verenkierron tekijä kuten esimerkiksi vuoto saattaa alentaa hapen kulkeutumista elimistössä merkittävästi. (Lukkari ym. 2015, 310–311.)

Hengityskoneen ventilaatiomuodosta riippuen tarkimmin seurattavat asiat saattavat hieman vaihdella, mutta oleelliset asiat eivät muutu. Hengitystiheyttä voidaan seurata periaatteessa kolmella tapaa: manuaalisesti tarkkailemalla, rintakehän impedanssiin perustuvalla EKG-pohjaisella mittauksella, tai kapnografiakäyrästä (Niemi-Murola ym. 2014, 19). Siinä missä hengitystaajuus on yksi oleellisimmista tarkkailtavista asioista spontaanisti hengittävällä potilaalla, ei hengityskoneeseen kytketyllä potilaalla yleensä ole mahdollisuutta vaikuttaa tähän; yleensä hengitystaajuuden tarkkailu ei ole kriittisimpiä suuria yleisanestesioituilla ja relaksoiduilla potilailla.

Happisaturaation (SpO_2) seuranta pulssioksimetrillä on kenties helpoin ja yksi oleellisimmista happeutumisen mittareista. Yleisin paikka mittaukselle on sormenpää. Leikkaushuomioiden, anturi tulisi asettaa eri raajaan kuin missä mahdollinen verenpainemansetti on. Toisinaan anturin paikkaa on muuteltava häiriöiden ilmaantuessa. Lukemaa voi pitää kohtalaisen luotettavana mikäli pulssioksimetrin käyrä piirtyy oikeanlaisena monitorille. (Liukas ym. 2013c, 34.) Huomattavaa on, että pulssioksimetria ei korvaa verikaasuanalyysiä arvioitaessa happeutumista varsinkaan matalilla saturaatioarvoilla, jolloin lukemien luotettavuus laskee. Edelleen mittarin luotettavuus kärsii hypotermiassa ja merkittävässä hypovolemiassa (Salmenperä & Yli-Hankala 2014, 310–311). $\text{SpO}_2 >95\%$ on normaalina pidettävä arvo, kun taas $<90\%$ vaatii selvittelyä (Niemi-Murola ym. 2014, 19).

Kapnometria mittaa sisään- ja ulosvirtaavan kaasun hiilidioksidipitoisuutta, eli se kuvaa ventilaatiota. Yleensä sisäänmenevä pitoisuus on lähellä nollaa mikäli laitteisto on kunnossa, joten oleellisempi lukema on ulosvirtauslukema (EtCO_2). Sen ollessa välillä 4,5–5,5 % puhutaan *normoventilaatiosta*. Mikäli arvo kasvaa $> 5,5$ % tarkoittaa se *hypoven-tilaatiota*, jolloin hiilidioksidia kertyy elimistöön ja puhutaan *hyperkapniasta*. Mikäli arvo laskee $< 4,5$ % on se merkki *hyperventilaatiosta*, jolloin hiilidioksiditaso laskee ja puhutaan *hypokapniasta*. Tyypillisesti kapnometrilukemien perusteella tehdään säätöjä hengityksen minuuttitulavuuteen joko taajuutta tai kertavolyymiä muuttamalla. (Liukas ym. 2013c.)

Happeutumiseen ja ventilaatioon liittyviä ventilaattorin muita asetuksia ja mittausrvoja on monia, ja ne vaihtelevat jonkin verran käytetyn ventilaatiomoodin mukaan. Keskeisiin kuuluu sisäänmenevän kaasun happipitoisuus (FiO_2 , vaihtelee ilmakehän 21 %:sta 100 %:aan), hengitystiheys (normaali ihmisen hengitystiheys tyypillisesti 10–20), kertahengitystilavuus (TV) sekä kahdesta edellisestä laskettava minuttitulavuus (MV). Hengitystiepaineeseen liittyy useita säätöjä, joilla muun muassa taataan maksimiarvo koneen luomalle paineelle keuhkovaurioiden estämiseksi, ja toisaalta minimiarvo takaamaan keuhkorakkuloiden auki pysyminen. (Liukas ym. 2013c.)

6.2.2 Verenkierron seuranta ja hemodynamiikka

Verenkierron seurantaan katsotaan kuuluvan sykkeen, pulssin, rytmihäiriöiden, verenpaineen, verivolyymien sekä perifeerisen lämmön ja virtsanerityksen seuranta (Hoikka 2013, 40; Lukkari ym. 2015, 314). Anestesia-aineet vaimentavat verenkiertoa ylläpitäviä refleksejä siinä määrin, että tiivis seuranta on tärkeää. Oleellisimpana tavoitteena voidaan pitää elimistön kudosten aineenvaihdunnan ja toiminnan ylläpitoa sekä vaurioiden estämistä. Lisäksi verenkierron parametreja seuraamalla voidaan tehdä päätelmiä muun muassa kipuvasteesta ja nestetäytöstä, sekä ennakoida uhkaavia ongelmia. (Hoikka 2013, 40; Niemi-Murola ym. 2014, 90–91.)

Yleensä arvoja seurataan anestesiatyöaseman näytöltä ja arvojen päivittyminen on automatisoitua. Tyypillisesti *syke* saadaan viisikytkentäisellä EKG monitoroinnilla, joka useimmissa tapauksissa nähdään riittäväksi anemian aiheuttamien iskeemisten rytmimu-

tosten havaitsemiseen (Hiippala 2004, 894). Sykkeen lisäksi tarkkaillaan perifeerisen verenkierron *pulssia*, joka automatisoituna tarkoittaa yleensä happisaturaatiomittarin antamaa pulssiaaltokäyrää ja sen taajuutta. Tyypillisesti mitatut arvot, syke ja pulssi, ovat taajuudeltaan samat. Moni asia voi vaikuttaa syketasoon leikkauksen aikana vuoto ja sitä mahdollisesti seuraava hypovolemia on yksi tekijä, joka tyypillisesti nostaa sykettä. (Liukas ym. 2013a, 40–41.) Huomattavaa on, että syke reagoi verimäärän vähenemiseen selkeästi aikaisemmin kuin verenpaine, joten sitä voidaankin pitää herkempänä mittarina hypovolemialle (Niemi-Murola ym. 2014, 133).

Verenpaine mitataan joko non-invasiivisesti automatisoidulla mansettimittauksella määräjain tai invasiivisesti arteriakanyyliä hyväksikäyttäen reaaliaikaisena. Mansettimittauksessa leikkauksen aikana usein käytetty mittaustavalla on 5 minuuttia, mutta voi vaihdella tapauskohtaisesti. Tyypillisiä indikaatioita arteriakanyylin käyttöön ovat yleisesti epästabiili verenkierto, kohonnut vuotoriski tai usein tapahtuva verinäytteiden otto (Niemi-Murola ym. 2014, 92). Riippumatta mittaustavasta, leikkausolosuhteissa seurataan yleensä laskennallista keskivaltimopainetta (*engl. MAP, mean arterial pressure*) helpottamaan eri elinten perfuusiopaineiden vertaamista (Niemi-Murola ym. 2014, 20–21). Kuten sykkeeseen, verenpaineeseen voi vaikuttaa moni asia leikkauksen aikana; vuoto ja sitä mahdollisesti seuraava hypovolemia ovat tekijöitä, jotka laskevat paineita (Liukas ym. 2013a, 40–41). Huomattavaa on, että elimistön kompensatiomekanismeista johtuen verenpaine ei ole herkimpiä hypovolemian mittareita alentunutta verimäärää seuraa yleensä vasokonstriktio, joka pitää verenpaineen normaaleissa rajoissa. Tyypillisesti hypovolemia aiheuttaa myös pulssipaineen (systolisen ja diastolisen paineen ero) pienentymistä (Rautava-Nurmi ym. 2010, 200).

Leikkauksen aikana EKG:tä mitataan yleensä joko kolme- tai viisikytkentäisellä mittauksella ja tavoitteena on syketason lisäksi saada tietoa sydämen mahdollisista rytmihäiriöistä. Viisikytkentäisen käyttäminen luonnollisesti lisää häiriöiden diagnostista tarkkuutta varsinkin leikkausolosuhteissa, joissa usein joudutaan tinkimään elektrodien optimaalisen sijoittelun ja häiriöttömän ympäristön suhteen. EKG:n tulkinta on monimutkaista ja seurattavia yksityiskohtia on paljon tyypillisimmät hypovolemian seuraukset EKG:ssä ovat rytmin nousu eli *takykardia*, sekä ST-tason nousu tai lasku (Liukas ym. 2013b, 44–47.) Leikkauksen aikaisten muutosten havaitsemiseksi auttaa mikäli saadaan verrattua nykytilannetta ennen leikkausta vallinneeseen tilanteeseen esimerkiksi laitteiston tarjoaman muistitoiminnon avulla (Salmenperä & Yli-Hankala 2014, 313).

Salmenperä ja Yli-Hankala (2014, 317–323) kuvaavat edistyneempiä ja teknisesti monimutkaisempia tapoja pyrkiä mittaamaan verenkierron täyttöastetta. Nämä vaativat lisävälineistöä erityisesti lisää invasiivisia mittareita sekä yleensä osaavan tulkitsijan tuloksille. Täyttöastetta voidaan kuitenkin mitata muun muassa keskuslaskimopaineen, keuhkovaltimon kiilapaineen sekä sydämen minuuttivirtauksen mittaamisella. Näihin menetelmiin ei paneuduta tässä yhteydessä.

Verenkierron tilasta kertoo myös potilaan lämpötila, erityisesti perifeerisesti mitattuna, sekä virtsanerityksen seuranta. Näiden seurantaa kuvataan tarkemmin seuraavissa luvuissa.

6.2.3 Nestetasapainon seuranta ja diureesi

Elimistön nestetasapainon sekä veritilavuuden arviointiin ei ole yhtä yksiselitteistä mittaria. Ulkoisten arvioiden kuten ihon kimmoisuus, kapillaarien täyttymisaika, limakalvojen kuivuus ja periferian viileys lisäksi yleisimpänä tapana nestetäytön seurannalle voidaan pitää diureesia (Tiainen 2015). Vaikka diureesin vähenemisen syynä voi periaatteessa olla myös esimerkiksi munuaisvaurio, on se huomattavasti yleisemmin merkki sydämen minuuttivirtauksen ja siis verivolyymin pienenemisestä. Kun toimenpide vaatii virtsanerityksen seuraamista, on potilas katetroitava ja seurattava tuntidiureesia. Normaalina ihmisen tuntidiureesina pidetään 0,5-1,0ml/kg/h, ja mikäli leikkauksen aikainen diureesi jää tämän alle on se yleensä merkki ryhtyä tarvittaviin toimenpiteisiin (Rautava-Nurmi ym. 2010, 54; Salmenperä & Yli-Hankala 2014, 329). Verenkierron suureiden seuranta liittyy myös nestetasapainon seurantaan.

Vaikka diureesin vähyys on yleisempi ongelma, voi joskus esiintyä runsastakin diureesia. Tämä voi olla merkki tarpeettoman suuresta nesteytyksestä, tai takana voi olla plasman ylisuuri osmolariteetti liittyen hyperglykemiaan (Salmenperä & Yli-Hankala 2014, 329). Vikatmaan ym. (2015, 1917) mukaan suuret leikkaukset lisäävät nesteytyksen tarvetta jopa 6-8ml/kg/leikkaustunti, joten runsaalle intraoperatiiviselle nesteytykselle on toisaalta perusteensakin. Edelleen hän toteaa, että runsaasta nesteytyksestä johtuva, jopa useiden litrojen (kilojen), postoperatiivinen nesteylijäämä on tavallista. Perusnesteinä

leikkauksissa käytetään yleensä Ringer-tyyppisiä kirkkaita liuoksia, joissa ei ole glukosia leikkausstressin aiheuttaman glukoosepitoisuuden nousun vuoksi. Glukosia sisältävään nesteeseen päädytään yleensä vain kontrolloidun tarpeen pohjalta. (Lukkari ym. 2015, 318.)

Vuotopotilaan kohdalla nestetasapainon seurannan tärkeys korostuu huomattavasti. Normaalien nestepoistumien lisäksi on otettava huomioon verenvuoto, josta yleisesti ottaen pitää kirjata instrumenttipuolen henkilöstö seuraamalla imussa olevan vuodon määrää, punnitsemalla leikkaustaitoksia, sekä lopulta silmämääräisellä arvioinnilla. Kaikki nestemenetykset joko mitataan tai arvioidaan, kirjataan anestesiakertomukseen, ja reagoidaan tarvittavilla toimenpiteillä. (Tunturi 2013a, 153.) Jotta neste- ja korvaushoito voitaisiin toteuttaa optimaalisesti, on vuodon määrästä oltava mahdollisimman tarkka käsitys. Vuodon kokonaismäärän seuraamisen lisäksi kontrolloidaan laboratoriokokein myös hemoglobiinia ja elektrolyyttitasapainoa, ja tarvittaessa lääkärin määräyksen mukaisesti reagoidaan näihin (Lukkari ym. 2015, 316–317).

6.2.4 Lämpötila

Kehon lämpötilan valvonta kuuluu leikkauspotilaan valvottaviin perussuureisiin. Jo lähtökohtaisesti lämmönsäätelyjärjestelmä saattaa toimia vajavaisesti tietyillä potilasryhmillä kuten vanhukset kun tämän lisäksi otetaan huomioon anestesian potentiaaliset vaikutukset sekä leikkaustilanne haavoineen, on tarkka seuranta perusteltua. Yleisesti ottaen vaarana on sekä hyper- että hypotermia, mutta vuotavan potilaan kohdalla tyypillisempi tilanne on hypotermia. Induktion aiheuttama vaikutus on suurempi ydinlämpöön kuin periferiaan johtuen perifeerisestä vasodilaatiosta, joka tavallaan siirtää lämpöenergiaa kohti periferiaa. Koko leikkausta ajatellen tämä muutos merkitsee lämmön poistumisen lisääntymistä, koska periferiassa kiertävä lisääntynyt verimäärä hukkaa lämpöä. On tyypillistä, että leikkauksessa potilaan lämpötila on 1-3 astetta matalampi kuin preoperatiivisesti tiukkoja määritelmiä seuraten voidaan tällöin puhua jo lievästä hypotermiasta. Nämä asiat tiedostaen potilaan lämpö mitataan ennen leikkausta jonka jälkeen keskitytään seuraamaan trendejä lämpötilan muutoksissa ottaen huomioon induktion jälkeisen noin 0,5-1,5 asteen laskun. Optimitilanteessa mitataan useampaa lämpötilaa, leikkausalueen salliessa tunnustellaan säännöllisesti potilaan ihoa eri puolilta, sekä tarkkaillaan ihon ja limakalvojen väriä. (Kokki 2013; Salmenperä & Yli-Hankala 2014, 329; Seppänen 2013, 182-185; Lukkari ym. 2015, 324-327.)

Lieväkin leikkauksenaikainen hypotermia lisää postoperatiivista riskiä sydänkomplikaatioille, infekcioille ja vuotoille pois lukien tietyt erityisleikkaukset, joissa lämpötilan lasku on tavoiteltua. Koska elimistö pyrkii takaamaan keskeisten sisäelinten normaalin toiminnan poikkeusoloissakin, on elimistön perifeerisesti mitattu lämpötila herkempi mittari osoittamaan uhkaavan hypotermian kuin ydinlämpö. Tyypillisiä ydinlämmön mittauspisteitä ovat ruokatorvi ja nielu tai hieman hitaammin reagoivat virtsarakko ja peräsuoli. Iho ja raajat taas ovat usein käytettyjä perifeerisen lämmön seurantapistettä. Tavoiteltavana arvona pidetään useimmiten 36–38 astetta. (Seppänen 2013, 182–185; Kokki 2013; Salmenperä & Yli-Hankala 2014, 329.)

Tavallisimmin käytettyjä menetelmiä potilaan lämpötilan ylläpitoon ovat itse leikkaussalin lämpö- ja kosteusolosuhteet, paljaan ihoalueen peittelyn muunteleminen, usein puhaltimilla toimivat aktiiviset lämpöpeitot, sekä potilaaseen menevien nesteiden mahdollinen esilämmitys. Menetelmien käytössä huomattavaa on pyrkimys ennakoitiin hypotermian estäminen on helpompaa kuin jo syntyneen alilämmön palauttaminen. Erityisesti preoperatiivinen esilämmitys vähentää induktiota seuraavaa lämmön uudelleen jakautumista (JBI 2010; Seppänen 2013, 182–185.) Nesteiden esilämmityksessä tulisi huomioida siirtoletkuston pituus ja ylipäänsä välttää tarpeettoman pitkiä letkustoja Etelä-Korealaisen tutkimuksen (Lee ym. 2010, 31–37) mukaan kehoon menevän nesteen lämpötila tippuu merkittävästi jo lyhyellä matkalla. Esimerkiksi 40 asteiseksi lämmitetty neste syötettynä 300ml/h nopeudella metrin pituiseen letkustoon oli enää noin 30 asteista, kun mittaustilan ympäröivä lämpötila oli noin 26 astetta.

Vuotavan potilaan kohdalla on erityisesti muistettava, että lieväkin hypotermia vaikuttaa veren hyyttymistekijöiden ja trombosyyttien toimintaan heikentävästi. Seurauksena verenvuoto ja tarve verensiirroille lisääntyy tutkimusten mukaan jopa kaksinkertaistuu jo pienilläkin ydinlämpötilan laskuilla. Lisäksi hypotermisen veren hemoglobiini sitoo voimakkaammin happea itseensä eikä siten luovuta sitä kudoksille normaalissa määrin. (Seppänen 2013, 184; Kokki 2013, 140; Xueqin 2015, 209.)

6.3 Arteriakanyyli ja verikaasuanalyysi

Haasteelliset ja pitkät toimenpiteet, joissa on erityisesti riski suuriin verenvuotoihin ja nesteiden siirtoihin voivat edellyttää potilaan valtimo-, eli arteriakanylointia. Kanyylin käytön etuina voidaan nähdä tarkka reaaliaikainen verenpaineen seuranta, sekä helposti tapahtuva valtimosta otettavien verikaasunäytteiden eli astrup näytteiden toistuva ottaminen. (Ilola 2013, 25; Larkin & Zimmanck 2015, 344.)

6.3.1 Valtimokanylointi toimenpiteenä

Valtimokanyloinnin suorittaa leikkaussaliolosuhteissa anestesia lääkäri. Lääkärin asettaessa valtimokanyyliä toimii anestesiahoitaja avustavana henkilönä, huolehtien potilaan kanyloitavan valtimon alueen desinfioinnista ja välineistön varaamisesta. (Ilola 2013, 25; Larkin & Zimmanck 2015, 344.) Lääkäri asettaa valtimokanyylin yleisimmin väärttinävaltimoon, hyödyntäen aikuisilla G20 kokoista valtimokanylointiin suunniteltua kanyyliä. Myös reisi- ja olkavarsivaltimo ovat vaihtoehtoja väärttinävaltimon kanyloinnin sijaan. Kanyloitaessa väärttinävaltimoa asetetaan potilaan ranne noin 45 asteen kulmaan dorsifleksioon, näkyvyyden, palpoinnin ja suonen kanyloinnin helpottamiseksi. Pistopaikka tulee desinfioda ennen kanylointia ja kanyloijalla tulee olla steriilit suojakäsineet infektioiden minimoimiseksi. (Hynynen & Hiekkänen 2014, 261–264.)

Valtimokanyyliin yhdistetään nestelinjasto, joka on erityisesti suunniteltu valtimoverenpaineen mittaukseen. Nestelinjasto täytetään NaCl 0,9 % liuoksella, joka huolehtii letkuston avoimena pysymisestä. NaCl 0,9 % nestepussi tulee asettaa painepussiin, joka ylläpitää letkustossa olevan nesteen painetta korkeampana kuin valtimoissa vallitseva paine on. Verentulo letkustoon ja letkuston tukkeutuminen estyvät paineen avulla. Letkuston täyttäminen nesteellä ja ilmattomuus sekä letkustoon liittyvien osien tiiviys tulee tarkistaa ennen potilaan valtimokanyyliin liittämistä.

6.3.2 Verikaasuanalyysin ottaminen ja tulokset

Verikaasuanalyysi määritetään valtimo- tai laskimoverestä otetusta näytteestä. Valtimoverestä otettu näyte antaa kattavammin tietoa potilaan elimistössä vallitsevasta tilasta laskimoverinäytteeseen verrattuna, huomioiden respiratoriset ja metaboliset muutokset tuloksissa (Huslab 2013). Verikaasuanalyysin tulosten perusteellisen analysoinnin toteuttaa anestesia lääkäri. Anestesiahoitaja vastaa näytteen oikeaoppisesta käsittelystä ja ottamisesta sekä analysoitavien tulosten perustason ymmärtämisestä. Verikaasuanalyysin tulosten tarkkaa tulkintaa emme tässä opinnäytetyössä käsittele.

Vuotavan potilaan tilan seuranta voi edellyttää useiden valtimoverikaasunäytteiden ottoa. Tämä mahdollistuu helpoiten hyödyntämällä arteriakanyyliin liitettävää arterialinjastoa joka sisältää silikonityynyn, josta näytteen ottaminen tapahtuu ruiskulla niin sanotulla suljetulla tekniikalla. Kaikki markkinoilla olevat arterialinjastot eivät sisällä silikonityynyä, jolloin näytteen ottaminen eroaa aikaisemmin kuvatusta.

Silikonityynyllisen arterialinjaston ollessa käytössä ruisku asetetaan silikonityynyyn ja verta aspiroidaan ruiskuun. Ensimmäinen 5 millilitran ruisku on niin sanottu hukkaruisku ja varsinainen analysoitava näyte otetaan tämän jälkeen 2ml heparinisoituun ruiskuun (Linden & Ilola 2013, 62). Välittömästi näytteen oton jälkeen ruiskusta poistetaan kaikki ilma ja asetetaan korkki. Potilaan sen hetkinen ruumiinlämpö tulee mitata ja muistamisen helpottamiseksi kirjata ylös. Näytteen oton jälkeen ruiskua pyöritetään kämmenten välissä rauhallisesti tai vaihtoehtoisesti käännellään ylös-alas hepariinin sekoittamiseksi. Tällä ehkäistään mahdolliset virhelähteet tuloksissa tai analysointiongelmien. (Väisänen ym. 2006.) Virheelliset tulokset voivat johtaa väärään tulkintaan ja sen myötä väärin hoitolinjoihin.

Leikkaussaliolosuhteissa verikaasuanalysointi toteutetaan usein pika-analysaattoria hyödyntäen, joka määrittää näytteen muutamassa minuutissa. Analyysia varten näyte otetaan edellä kuvatulla tavalla ruiskuun, joka sen jälkeen asetetaan analysaattoriin. Analysointi edellyttää potilaan ruumiinlämmön syöttämistä koneelle, koska tulosta tulkitaan lämpöön suhteutettuna. Analysaattorista tulokset saadaan yleensä paperitulosteena tai jopa sähköisesti. (Triolab 2012.)

Verikaasuanalyysissä näytteestä määritetään elimistön happamuus (pH), hiilidioksidipaine ($p\text{CO}_2$), standardibikarbonaatti (HCO_3^-), emäsylimäärä (BE), valtimoveressä vallitseva happiosapaine ($p\text{O}_2$) sekä valtimoveren happisaturaatio (SaO_2) (Ilola 2013a, 26). Verikaasuanalyysin tuottaman tiedon avulla arvioidaan potilaan elimistössä vallitsevaa happo-emästasapainoa sekä hapettumisen ja ventilaation riittävyyttä (Ilola 2013a, 25; Larkin & Zimmanck 2015, 344).

Vaikka verikaasuanalyysin tuottama tieto kohdistuu pääasiassa potilaan hengityksen riittävyyteen ja happo-emäs tasapainoon, saadaan useimmilla kaupallisilla pika-analysaattoreilla lisäksi tutkittua näytteestä muun muassa veren hemoglobiini-, laktaatti-, glukoosi- sekä elektrolyyttipitoisuudet (Ilola 2013b, 62-64; Triolab 2012). On kuitenkin huomioitava, että vuotavan potilaan tilan tarkkailu vaatii useiden osatekijöiden yhtäikaista tarkkailua ja ongelmat esiintyvät sydämen ja verenkierron ohella myös hengityksessä johon verikaasuanalyysi antaa kattavaa ja hyödynnettävää tietoa.

6.4 Vuotopotilaan hoitokeinot

Leikkauksenaikaisen vuodon hallintaan käytetään lukuisia erityyppisiä keinoja. Seuraavassa luodaan katsaus tavanomaisimpiin ja keskeisimpiin hoitokeinoihin.

6.4.1 Kristalloidit

Leikkauspotilaan nestehoidolla tavoitellaan yleisesti neljää asiaa nesteiden ja elektrolyyttien perustarpeen ylläpitoa, verivolyymin mahdollista kompensaatiotarvetta, parenteraalista ravitsemusta sekä lääkkeiden annostelun vaatimaa nesteytystä. Sopivan nesteytystason löytäminen on haastavaa ja yksiselitteisen mittariston puuttuminen vaatii laaja-alaista näkemystä. Tavoiteltavaa olisi nesteyttää riittävästi, mutta ei liikaa; Tiainen (2015) mukaan kokemus on osoittanut, että optimaalisen nesteytystason tavoittelu leikkaustilanteessa johtaa useimmiten ylinesteytykseen. Varsinkin perussairaiden ja siten vaativampien potilaiden kohdalla nestehoidon terapeuttilinen leveys riittävän, optimaalisen ja ylinesteytyksen välillä kapenee. (Tiainen 2015; Niemi-Murola 2014, 132.)

Nestehoidon määrällisen haasteen lisäksi on olemassa ajoitukselliset haasteensa etukäteen annettu nesteytys johtaa soluvälitilan turvotukseen, lisää erityistä leikkausalueella ja dreeneissa sekä kasvaneeseen diureesiin, kun taas liian konservatiivinen ja myöhäinen linja johtaa ilmeisiin ongelmiin verenkierrossa ja kudoksissa. Ajoituksellisia kysymyksiä ovat myös preoperatiivinen paastoaminen, jota harkinnanvaraisesti saatetaan kompensoida ennen leikkausta. Samoin kohtuullinen varautuminen induktion aiheuttamaan vasodilaatioon ja sitä seuraavaan verenpaineen laskuun on usein paikallaan. (Tiainen 2015.)

Vuodon määrään liittyviä karkeita rajoja esitetään kirjallisuudessa erilaisia. Perusnesteillä selvittää yleensä kun vuoto on alle kymmenen prosenttia laskennallisesta kokonaisvolyymistä, ja kolloidien (albumiini) kanssa kun ollaan alle 20-25% lukemissa. (Rautava-Nurmi ym. 2010, 199; Niemi-Murola ym. 2014, 134; Tiainen 2015.)

Käytännön vuototilanteessa saatetaan päätyä tilanteeseen, jossa anestesiapuolta hoitaa kaksi hoitajaa toisen keskittyessä pelkästään liuoksista ja ylipainenesteytyksestä huolehtimiseen (Lukkari ym. 2015, 318). Tunturi (2013a, 153) painottaa annettujen nesteiden lämmittämisen tärkeyttä.

Perustan vuotavan leikkauspotilaan hoidolle antaa perusnesteillä tapahtuva nestehoito. Perusnesteiksi intraoperatiivisessa ympäristössä ymmärretään yleisesti isotoniset kristalloidiliuokset kuten Ringer ja fysiologinen keittosuolaliuos. Näistä yleisemmin perusnesteikäytössä on nimenomaan Ringerin liuos, koska keittosuolaliuosten sisältämien kloridioneiden aiheuttama hyperkloreeminen asidoosi on tunnettu ongelma (Hofmann-Kiefer ym. 2012, 1; Tiainen 2015). Keittosuolaliuokset ovat kuitenkin tärkeitä muun muassa lääkkeiden annostelussa, koska monet käytetyt lääkkeet liuotetaan nimenomaan keittosuolaliuokseen. Ringer liuoksia on perinteisesti ollut sekä asetaatti- että laktaattipohjaisia. Hofmann-Kieferin ym. (2012) tutkimuksen mukaan näiden vaikutuksella ei ole suurtaakaan eroa, paitsi asetaatin todettiin olevan hieman stabiilimpi veren happo-emäs tasapainon sekä veren laktaattiarvon suhteen.

Glukoosipohjaisia liuoksia (yleisimmin 5% tai 10%) ei suosita leikkauksen aikaisina, vaikka pre- ja postoperatiivisesti ne ovatkin suosittuja tuotteita. Leikkauksen ja anestesia-aineiden aiheuttama reaktio luontaisesti nostaa veren glukoosipitoisuutta, joten vaarana saattaa olla hyperglykemia. Erityisryhmillä, kuten diabeetikot, saatetaan päätyä glukoo-

sinesteeseen samoin kuin erityistilanteessa, jossa kontrolloidusti potilaalla todetaan hypoglykemian vaara. Glukoosi saattaa myös aiheuttaa diabeetikoilla yleisemmin tunnettua osmoottista diureesia, joka ei varsinkaan vuototilanteessa ole tavoiteltavaa (Tunturi 2013b, 151).

6.4.2 Kolloidit

Kolloidiliuosten selkeänä etuna perusnesteisiin verrattuna on niiden parempi pysyvyys intravaskulaarisessa tilassa suhteessa infusoituun nestemäärään. Peruskristalloideja tarvitaan kolme-neljäertainen määrä korvaamaan tietty määrä vaskulaaritalassa olevaa nestettä (Junttila 2012, 125; Niemi-Murola ym. 2014, 130) kun taas toisaalta esimerkiksi HES-valmisteen infusoitu volyymi lisää plasmavolyymia saman määrän vähintään kuuden tunnin ajaksi (Salomäki 2014b, 336). Kolloidit voidaan jakaa luontaisiin ja synteettisiin: käytännössä ainut luontainen käytössä oleva kolloidi on albumiini, kun taas synteettisiä ovat erityyppiset dekstraani-, gelatiini- ja HES-liuokset (Rautava-Nurmi ym. 2010, 207).

Albumiini on ihmisperäinen valmiste, joka on verraten kallista. Tutkimusten mukaan albumiinin ei voida sanoa parantavan potilaan ennustetta, jos ei aiheuttavan suoraan haittavaikutuksiaakaan. Sen käyttö on ollut vähäisempää viime aikoina liittyen lähinnä synteettisistä kolloideista saatuihin tutkimustuloksiin, mutta käyttöä on aloitettu jälleen uudelleen. (Tiainen 2015; Uusaro 2013; Tunturi 2013c, 151)

Synteettisten kolloidien käyttö on uuden tutkimusnäytön myötä vähentynyt ellei peräti loppunut, sillä niillä on todettu olevan lukuisia haittavaikutuksia ja vasta-aiheita. Vuodon hallintaan liittyviä haittoja on esimerkiksi fibriinin muodostumisen hidastaminen sekä verihyytymän kestävyys heikentäminen. Vaikka osa tutkimusnäytöstä kohdistuu vain tiettyihin kolloidityyppeihin ja osa näytöstä on arvioiden mukaan epäselvää, on pidetty perusteltuna noudattaa linjaa luopua kaikista nykyisistä synteettisistä kolloidivalmisteista. (Niemi ym. 2006, 998; Pettilä & Uusaro 2013; Tunturi 2013c, 151; Uusaro 2013; Tiainen 2015; Xueqin 2015, 210.)

6.4.3 Verivalmisteet

Verivalmisteet punasolut, jääplasma ja verihiutaleet sekä niiden antaminen, muodostavat yhden merkittävän osan vuotavan potilaan hoidosta. Siitäkin huolimatta verivalmisteiden käyttö on ollut viimevuosina laskussa niin Suomessa kuin muualla maailmallakin. (Palo 2013.) Verivalmisteiden käyttöä on vähentänyt lisääntynyt tieto niihin liittyvistä riskeistä, korkeista kustannuksista sekä ymmärrys verivalmisteiden rajallisuudesta. Kehittyneet leikkaustekniikat, kriittisempi suhtautuminen verensiirtoihin ja siirtokynnyksiin ovat vähentäneet niin ikään verivalmisteiden käyttöä. (Ozawa 2013, 462–463; Vikatmaa ym. 2015, 1918.) Nykyisessä verensiirtohoidossa optimoidaan verikomponenttien tarve verikokeiden avulla, aikaisemman rutiininomaisen kokoveren käytön sijaan (Hiippala 2013, 332).

Leikkauspotilailla erityisesti punasolujen käyttö verrattuna muihin veren komponentteihin on moninkertainen (Palo 2013, 310). Osasyynä tähän voidaan ajatella olevan niiden varhaisempi käyttötarve vuodon hoitamisessa sekä leikkaussaleissa ilmaantuvien vuotojen laatu. Vähäinen ja hidas vuoto ei edellytä hyytymistekijöiden ja verihiutaleiden käyttöä vaan hoito voidaan toteuttaa nesteytyksellä ja punasolujen siirrolla tarpeen vaatiessa. Jääplasman siirron tarve ilmenee vasta noin yhden veritilavuuden ja trombosyyttien kohdalla tätäkin myöhemmin, noin kahden veritilavuuden kattavissa verenvuodoissa (Hiippala 2004, 897–898). Verivalmisteiden tarpeellisuuden potilaan hoidossa arvioi lääkäri.

Verensiirtojen toteutuksesta leikkaussalissa vastaa anestesiahoitaja anestesia lääkäriin määräysten mukaisesti. Verensiirtojen toteuttamiseksi on syytä leikkausta edeltävästi huomioida potilaan veriryhmän määrittäminen (ABO/Rh), vasta-aineiden seulonta sekä sopivuuskoe (SPR 2013, 11). Muita anestesiahoitajana huomioon otettavia seikkoja verensiirroissa ovat oikean välineistön varaaminen, laskimokanyylin laittaminen potilaalle, verivalmisteiden tilaaminen verikeskuksesta, verivalmisteiden päivämäärän ja sopivuuden tarkastaminen ennen niiden antoa sekä mahdollisten haittavaikutusten tiedostaminen.

Punasolujen siirron tarvetta arvioidaan leikkauksessa verestä määritettävän hemoglobiinipitoisuuden (Hb) mukaan. Joskus myös hematokriitti (Hkr) arvoa voidaan hyödyntää. Hemoglobiinipitoisuutta mitataan laboratoriomäärityksissä g/l pitoisuutena. Hemoglobiinin laskiessa tasolle 70-90g/l tai joidenkin lähteiden mukaan jopa 60g/l (Hiippala 2013, 335) on punasolujen siirto leikkauksenaikaisen vuodon hoidossa aiheellinen. Tarkan ja

universaalin punasolujen siirtokynnyksen määrittäminen on hankalaa ja käytännössä tarve arvioidaan aina yksilöllisesti huomioiden potilaan taustalla olevat sairaudet, erityisesti sydän- ja verisuonisairaudet (Hiippala 2004, 894).

Riittävä punasolujen pitoisuus takaa ennen kaikkea veren hapenkuljetuskyvyn ja kudosten hapensaannin, vaikuttaen kuitenkin myös veren hyytymiseen (Leppikangas & Järvelä 2014, 340). Suuremmissa vuotoissa erilliset veren hyytymistekijöihin vaikuttavat plasmavalmisteet ovat korvaamattomia vuodon tyrehdyttämiseksi jo menetettyjen hyytymistekijöiden vuoksi.

Jääplasma-tuote OctaplasLG[®] on yleisin verenvuodon hoidossa käytetty veren hyytymistekijöihin vaikuttava valmiste, jolla voidaan vaikuttaa usean hyytymistekijän vajeeseen (Leppikangas & Järvelä 2014, 340–341). OctaplasLG[®] sisältää useasta luovuttajasta peräisin olevaa ihmisen luontaista plasmaa, joka edistää vuodon hyytymistä (Fimea 2014). Vuodon ollessa 0,5-1 verivolyymin suuruinen menetetään veren mukana olennaisia hyytymistekijöitä siinä määrin, että tarve plasmavalmisteen käytölle on aiheellinen koagulopatian välttämiseksi (Vikatmaa ym. 2015, 1917). Hyytymistekijöitä on voinut ennestään jo heikentää potilaalla käytössä olevat hyytymisenestolääkkeet kuten Marevan[®] (Hiippala 2013, 335–336).

Jääplasman tarpeen todentamiseksi on suositeltavaa määrittää verestä hyytymistekijöiden pitoisuudet. Hyytymistekijäpitoisuuksia kuvaavia verikokeita ovat plasmasta määritettävät INR, P-TT sekä P-APTT. (European Society of Anesthesiologists 2013, 284.) Suurten vuotojen kohdalla laboratoriokokeiden ongelmaksi muodostuu usein määrittämiseen kuluva aika, noin 45 minuuttia, joka usein vähentää verikokeiden arvoa ja luotettavuutta alati muuttuvan tilanteen hoidossa (Xueqin 2011, 210). Hiippala (2004, 897) toteaaakin pika-analysaattoreilla toteutettavan tromboplastiiniajan (P-TT) olevan sopivin hyytymistekijävajeen määrittämiseen.

Tromboplastiiniaika ilmoitetaan verikoetuloksissa prosenttiosuutena suhteessa veren normaalin hyytymiseen. Normaalialue P-TT arvoa kuvastaa 70–130 %. Arvon laskiessa alle 50 % elimistössä vallitsee hyytymistekijöiden vaje, joka vaatii korvausta. APTT ja INR arvoa hyödynnettäessä, yli 50 sekunnin APTT ja INR arvo 1,5-2 ovat vuotavalla potilaalla myös indikaatioita plasman käytölle hyytymistekijöiden turvaamiseksi. Plasman antami-

nen tulee toteuttaa nopeana siirtona annoksella 10-15ml/kg. (Hiippala 2004, 897; Leppikangas & Järvelä 2014, 341.) Jääplasmavalmistetta annettaessa on anestesiahoitajan huomioitava valmisteiden sulatukseen kuluva aika sekä potilaan veriryhmän huomioon ottaminen.

Trombosyyttien tarve verenvuodon hoidossa ilmenee vasta vuodon kattaessa 1,5-2 kertaisen verivolyymin (Hiippala 2004, 894). Leikkauksissa näiden valmisteiden käyttö on vähäistä verrattuna punasoluihin ja jääplasmaan. Leikkausvuodon hallitsemisen sijaan suurimman kohderyhmän Suomessa muodostavatkin syöpäpotilaat ja heidän hoitonsa. (Palo 2013, 310–311.) Leikkaukset, joissa ennakolta tiedostetaan suurten vuotojen mahdollisuus, voidaan hyödyntää trombosyyttien antamista leikkausta edeltävästi.

Trombosyyttipitoisuuden määrittäminen verestä (B-Tromb) toimii siirron tarpeen arvioinnin työkaluna. Normaali veren trombosyyttipitoisuus vaihtelee viitealueella $150\text{--}400 \times 10^9/\text{l}$. Pitoisuuden laskiessa viitealueen alapuolelle puhutaan trombosytopeniasta. (Jantunen 2013.) Siirtokynnys trombosyyttien osalta vaihtelee toimenpiteiden mukaan. Yleisesti ottaen $50 \times 10^9/\text{l}$ ja sitä alhaisemmat trombosyyttipitoisuudet vuotavalla leikkauspotilaalla ovat siirron indikaatioita. Pelkkä trombosyyttipitoisuuden määrittäminen ilman potilaan kliinisen tilan ja vuodon arviointia ei vastaa kuitenkaan tarkoitustaan. (Hiippala 2004, 898–899; Hiippala 2013, 336.)

Käytännössä trombosyyttien antaminen tapahtuu antamalla potilaalle 200ml valmiste-pussi. Suomessa käytettävät trombosyyttivalmisteet sisältävät 4 yksikköä trombosyyttejä. Siirrettävä valmistemäärä aikuispotilailla vaihtelee 4-12 yksikön välillä riippuen vuodon määrästä (Vikatmaa ym. 2015, 1917).

6.4.4 Muut valmisteet vuodon hoidossa

Nesteiden ja verivalmisteiden annon lisäksi vuodon hoidossa voidaan käyttää erityisesti vuodon tyrehtyttämiseen pyrkiviä keinoja. Näitä ovat laskimonsisäisesti annettavat eri hyytymistekijäkonsentraatit kuten fibrinogeeni, lääkkeelliset valmisteet kuten traneksamihappo sekä kirurgin että instrumentoivan hoitajan käytettävissä olevat paikallisesti vaikuttavat hemostaatit (Ahonen 2015, 22). Näiden valmisteryhmien runsaasta lajikirjosta

keskitymme seuraavassa fibrinogeeniin ja traneksaamihappoon, joiden käyttö on usein tarpeellista vuodon määrän ylittäessä potilaan verivolyymin.

Fibrinogeeni on elimistössä luontaisesti esiintyvä hyytymistekijä, joka osallistuu haavan syntyessä normaaliin hemostaasin muodostukseen. Fibrinogeeni muuttuu muiden hemostaasiin osallistuvien osatekijöiden avulla fibriiniksi, joka muodostaa avoimeen haava alueeseen säikeisen fibriiniverkon, ehkäisten vuotoa. (Ahonen 2015, 22–23.) Fibrinogeenivajeen ilmaantuminen ja sen myötä aiheutuva heikentynyt veren hyytymiskyky voi vuotavalla potilaalla ilmentyä hyvinkin nopeasti. Fibrinogeenin puutos ilmenee elimistön kaikista hyytymistekijöistä ensimmäisenä (Hiippala 2013, 336).

Pitoisuuden (P-Fibr) määrittäminen verestä pystytään nykypäivänä suorittamaan nopeimmillaan noin 15 minuutissa (Ahonen 2015, 24). Normaali fibrinogeenipitoisuus plasmassa vaihtelee 1,7-4g/l viitealueella (Huslab 2014). Hiippala (2004) asettaa artikkelissaan fibrinogeenin vähimmäispitoisuudeksi 1g/l vuotavalla potilaalla, tarkentaen kuitenkin uudemmassa artikkelissaan (Hiippala 2013) vähimmäispitoisuuden vaihtelevan 1-1,5g/l välillä.

Fibrinogeenivajetta hoidetaan leikkaussaleissa fibrinogeenia sisältävällä konsentraattivalmisteella. Suomessa käytössä on Riastap[®] valmiste, joka sisältää 900-1300mg ihmisestä peräisin olevaa fibrinogeenia. Riastap[®] valmisteen käyttö edellyttää ensin infuusiokuiva-aineen (1g) liuottamista nesteeseen. Lääkkeen antaminen tapahtuu laskimon sisäisesti yleensä hyödyntämällä ruiskupumppua. (Ahonen 2015, 24.) Annostus tapahtuu anestesiaalääkärin arvion mukaisesti. Keskimäärin 1g antaminen nostaa fibrinogeeni pitoisuutta noin 0,3g/l. Fibrinogeenin antamisen on todettu vähentävän punasolusiirron tarvetta sekä parantavan vuodon hyytymistä. Positiivinen vaikutus näkyy myös hyytymistä mittaavissa APTT ja PT verikokeissa. (Thorarinsdottir ym. 2010, 1077–1082.)

Traneksaamihappo, kuten Caprilon[®] on antifibrinolyttinen lääkevalmiste, jonka käytöllä pyritään heikentämään verihyytymän liukenemista eli fibrinolyysiä. Traneksaamihapon annostus tapahtuu niin ikään laskimonsisäisesti annostellen, annoksen ollessa yleensä 1g. (Ahonen 2015, 22–23.) Traneksaamihappoa käytetään elektiivisessä kuin myös akuutissa hoitotyössä. Suurimman kohderyhmän muodostavat kuitenkin sydänkirurgiset potilaat ja heidän leikkaushoitonsa (Reed & Woolley 2014, 2-4).

7 POHDINTA

Seuraavissa kappaleissa pohdimme työn luotettavuutta ja eettisyyttä eri näkökulmista, muodostamme työn pohjalta johtopäätökset ja kehittämis ehdotukset sekä lopuksi pohdimme opinnäytetyön prosessia.

7.1 Luotettavuus ja eettisyys

Opinnäytetyön tekeminen on edellyttänyt meiltä tutkimuseettisten seikkojen huomiointia ja niihin paneutumista. Tutkimuksen luotettavuus ja eettisyys muodostavat perustaa hyvälle tieteelliselle käytännölle. Tämän työn puitteissa erityisesti korostuivat perusteltujen valintojen tekeminen, pedantti lähteiden merkitseminen sekä yleinen huolellisuus. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012-2014.)

Työmme luotettavuutta arvioitaessa on mielestämme huomioitava erityisesti laaja ja monipuolinen, sekä kansainvälisten että kotimaisten, lähteiden käyttö. Lähdekriittisyys sekä lähdemateriaalin ajantasaisuus lisäävät osaltaan työn luotettavuutta. Valitsemamme lähdemateriaali koostui pääosin vuoden 2005 jälkeen julkaistuista tutkimusraporteista, ammattikirjallisuudesta, luotettaviksi arvioiduista nettisivustoista ja lukuisista ammatitilaamme liittyvistä lehtiartikkeleista. Lähdemateriaalin käyttö perustuu työlle asetettuihin tavoitteisiin sekä viitekehykseen. Raportti sisältää tarkat lähdeviitteet ja vastaavan lähdeluettelon. Suoria lainauksia käyttäessämme olemme käyttäneet asianmukaista merkintätapaa kunnioittaaksemme alkuperäistä tekstin tuottajaa. Plagioinniksi tulkittavaa tekstiä ei raportista uskoaksemme löydy.

Opinnäytetyömme kirjallinen osuus on laadittu Tampereen ammattikorkeakoulun asettaman kirjallisen raportoinnin ohjeistuksen mukaisesti. Raportti etenee kokonaisuudesta toiseen loogisesti. Teksti on ulkoasultaan huolellisesti laadittua, kappalejaottelu on huolellisesti harkittua ja teksti on useaan otteeseen tarkastettu kirjoitusvirheiden karsimiseksi.

7.2 Johtopäätökset ja kehittämisehdotukset

Opinnäytetyömme tarkoituksena oli luoda simulaatiotapaus Tampereen ammattikorkeakoululle perioperatiivisen hoitotyön vaihtoehtoihin ammattiopintoihin. Simulaatiotapauksen oli tarkoitus liittyä anestesiahoitotyöhön ja käsitellä verenvuodosta kärsivän potilaan hoitoa. Työlle asetimme 3 tutkimustehtävää, jotka tarkensivat teoriakokonaisuuden sisältöä asettamalla punaisen langan työlle.

Simulaatiosta opetusmenetelmänä voimme todeta, että niiden suosio on kasvanut ja on edelleen kasvamassa Suomessa. Simulaatiot ovat monipuolistaneet terveydenhuollon opetusta antamalla oppijoille mahdollisuuden osallistua ja käsitellä haastavia työtilanteita turvallisessa työympäristössä mahdollistaen virheiden tekemisen. Simulaatio-opetusta on tutkittu ja teoretisoitu kirjallisuudessa paljonkin. Raportti koostaa kattavan teoriataustan menetelmää käyttävälle henkilölle. Simulaation käyttämisestä opetuksessa haluaisimme tärkeimpinä asioina nostaa esiin jälkipuintivaiheen merkityksen, jota kirjallisuudessakin paljon korostetaan sekä tapauksen suunnitteluvaiheessa käytettävissä olevien resurssien luovan käytön.

Jaoimme vuotopotilaan anestesiahoitotyön potilaan tarkkailuun ja varsinaisiin hoitotoimenpiteisiin. Tarkkailussa keskeisimpiä kokonaisuuksia ovat hapettuminen ja ventilaatio, hemodynamiikka sekä nestetasapainon ja lämpötilan seuranta. Verenvuodon arviointi perustuu vuodon määrän seurantaan sekä potilaasta otettaviin laboratoriomäärityksiin. Vuodon hoidossa korostetaan kolmikantamalla valiten hoitotoimet vuodon määrän, veriarvojen, perussairauksien sekä kokonaistilanteen perusteella.

Työhön liittyvästä tuotoksesta ei tilaajan toivomuksesta tule julkista. Mainittakoon, että tuotos määrittelee vuototilanteeseen liittyvän harjoitustilanteen yksityiskohtineen, sekä antaa ehdotuksia simulaation läpiviemiseen liittyviin asioihin, erityisesti jälkipuinnissa huomioitaviin näkökulmiin. Tuotos pyrkii myös ottamaan huomioon tilaajan käytössä olevat simulointiresurssit sen perusteella mitä ne olivat tutustuessamme niihin keväällä 2016.

Työn jatkokehittämisehdotuksena nostamme esiin simulaatiotapauksien lisäsuunnittelun, joilla opiskelijoiden ammattitaitoa voidaan parantaa työelämää varten. Intraoperatiiviseen verenvuotoon liittyy niin paljon harjoiteltavia yksityiskohtia ja toimenpiteitä, että

luomaamme simulaatiotilanteeseen on helppo ideoida jatkotilanteita. Simulaatiotapauksen koekäyttö rajattiin työn ulkopuolelle tapauksen käytännön toimivuus olisi saattanut poikia jatkokehitysajatuksia.

7.3 Prosessi ja yhteenveto

Opinnäytetyömme alkoi syyskuussa 2015 aiheen valinnalla päättyen työn luovutukseen lokakuussa 2016. Opinnäytetyölle on laadittu asianmukainen suunnitelma ja haettu tarvittava tutkimuslupa Tampereen ammattikorkeakoululta.

Prosessin aikana olemme saaneet säännöllistä ohjausta niin ohjaavalta opettajalta, kuin myös opinnäytetyöllemme nimetyiltä opponenteilta. Palaute ja arviointi ovat lisänneet omaa kriittistä ajatteluamme ja tuoneet lisänäkökulmia teorian tarkasteluun tuottaen nähdäksemme paremman lopputuloksen.

Opinnäytetyön tekeminen sujui aikataulullisesti hyvin ilman suurempia ongelmia. Ennalta suunnitellut aikataulut pitivät ja raportti jalostui pikkuhiljaa lopulliseen muotoonsa. Haastavimmiksi asioiksi työtä tehdessä muodostuivat viitekehyksen ja teoriaosuuden rajaaminen sekä tavoitteen asettelu. Teoriatietoa opinnäytetyön tueksi löytyi suhteellisen helposti. Lähdeluettelo koostuu nähdäksemme melko tasapuolisesti sekä suomen- että englanninkielisistä lähteistä. Runsaan teoriatiedon vuoksi lähteiden etsintä, niiden kriittinen arviointi sekä kokonaisuuksien muodostaminen veivät paljon aikaa työtä tehdessä. Lähteiden monipuolinen etsiminen ja niiden kriittinen arviointi onkin kehittynyt prosessin edetessä, samoin kuin järjestelmällisyys lähteiden käytössä.

Tuotoksen sisällön yhteensovittaminen Tampereen ammattikorkeakoulun käytäntöihin sovittiin yhdessä opinnäytetyötä ohjaavan opettajan kanssa, joka helpotti sen laadintaa. Simulaatiotapauksen muodostamisessa hankalinta oli sen sisältämien oppimistavoitteiden ja sisällön rajaaminen, jottei tapaus muodostuisi ajallisesti liian pitkäksi.

LÄHTEET

Ahola, R. 2013. Traumapotilaan massiivi vuoto. Kalvosarja. Oulun yliopistollinen sairaala. Luettu 24.2.2016. <http://docplayer.fi/8024077-Traumapotilaan-massiivi-vuoto.html> ; https://www.ppshep.fi/instancedata/prime_product_julkaisu/npp/embeds/9f964efee814d7e57fe537919f3254f308ccbc5a.pdf

Ahonen, J. 2015. Leikkauksen yhteydessä verenvuodon tyrehtyttämiseksi käytettävät lääkkeelliset valmisteet. *Spirium* 50(4), 22-25.

Barrott, J., Sunderland, A., Micklin, J. & Smith, M. 2013. Designing effective simulation activities. Teoksessa Forrest, K., McKimm, J. & Edgar, S. (toim.) *Essential Simulation in Clinical Education*. Wiley-Blackwell. John Wiley & sons Ltd.

Coffield, F., Moseley, D., Hall, E., Ecclestone, K. 2004. Learning styles and pedagogy in post-16 learning: a systematic and critical review. London: Learning and Skills Research Centre. ISBN 1853389188.

Dieckmann, P. n.d. Simulation is more than Technology – The Simulation Setting. Luettu 26.1.2016. http://www.laerdaltraining.com/sun/enable/PDF/dieckman_article.pdf

Dieckmann, P., Lippert, A. & Ostergaard, D. 2013. Jälkipuinti. Teoksessa Rosenberg, P., Silvennoinen, M., Mattila, M., Jokela, J. & Ranta, I. (toim.) *Simulaatio-oppiminen terveydenhuollossa*. Helsinki: Fioca Oy.

ENVI. n.d.. ENVI herättää teorian tiedon eloon. Luettu 14.1.2016. <http://www.lapinamk.fi/fi/Tyoelamalle/Kehittamisymparistot/ENVI---Rovaniemi>

Eppich, W., O'Connor, L. & Adler, M. 2013. Providing effective simulation activities. Teoksessa Forrest, K., McKimm, J. & Edgar, S. (toim.) *Essential Simulation in Clinical Education*. Wiley-Blackwell. John Wiley & sons Ltd.

Eteläpelto, A. 2006. Oppiminen ja oppimiskäsitykset – luentorunko. Kasvatustieteen laitos. Jyväskylän yliopisto.

Eteläpelto, A., Collin, K. & Silvennoinen, M. 2013. Simulaatiokoulutuksen pedagogiikka. Teoksessa Rosenberg, P., Silvennoinen, M., Mattila, M., Jokela, J. & Ranta, I. (toim.) *Simulaatio-oppiminen terveydenhuollossa*. Helsinki: Fioca Oy.

European Society of Anesthesiologists. 2013. Management of severe perioperative bleeding-Guidelines from the European Society of Anesthesiologists. Luettu 21.2.2016. http://anest-rean.lt/wp-content/uploads/2013/05/Management_of_severe_perioperative_bleeding_2.pdf

Fanning, R. & Gaba, D. 2007. The role of debriefing in simulation-based learning. *The Journal of the Society for Simulation in Healthcare*. *Simulation in healthcare* 2 (2), 115-125.

Fimea. 2014. OctaplasLG infuusioneste. Luettu 25.2.2016. <http://spc.fimea.fi/indox/nam/html/nam/humpil/4/267894.pdf>

Fletcher, G., Flin, R., McGeorge, P., Glavin, R., Maran, R. & Patey, R. 2004. Rating non-technical skills: developing a behavioural marker system for use in anaesthesia. *Cogn Tech Work* (6), 165-171.

Gaba, D. 2004. The future vision of simulation in health care. *Qual Saf Health Care* 13 (1), 2-10.

Hakkarainen, K. 2016. Tampereen Taitokeskus – Terveysthuollon elinikäinen oppiminen potilasturvallisuuden takaajaksi. Esite. Lääketieteen yksikkö. Tampereen yliopisto.

Hallikainen, J. & Väisänen, O. 2007. Simulaatio-opetus ensihoidossa. *Finnanest* 40 (5), 436–439.

Hiippala, S. 2004. Veri- ja plasmavalmisteiden käyttö akuutin verenvuodon hoidossa. *Duodecim* 120 (7), 893–901.

Hiippala, S. 2013. Komponenttiterapia. *Finnanest* 46 (4), 332–337.

Hofmann-Kiefer, K., Chappell, D., Kammerer, T., Jacob, M., Paptistella, M., Conzen, P. & Rehm, M. 2012. Influence of an acetat and a lactate-based balanced infusion solution on acid base physiology and hemodynamics: an observational pilot study. *European journal of medical research* 17(21).

Hoikka, A. 2013. Verenkierto ja sen seuranta. Teoksessa Ilola, T., Heikkinen, K., Hoikka, A., Honkanen, R. & Katomaa, J. (toim.) *Anestesiahoitotyön käsikirja*. Helsinki: Duodecim.

Huslab. 2013. Verikaasuanalyysi valtimoverestä. Luettu 3.3.2016. <http://huslab.fi/ohjekirja/3647.html>

Huslab. 2014. Fibrinogeeni, plasmasta. Luettu 22.3.2016. <http://huslab.fi/ohjekirja/1399.html>

Hynynen, M. & Hiekkänen, T. 2014. Valtimon kanylointi. Teoksessa Rosenberg, P., Alahuhta, S., Lindgren, L., Olkkola, K. & Ruokonen, E. (toim.) *Anestesiologia ja tehohoito*. Helsinki: Duodecim, 261–264.

Ilola, T. 2013a. Verikaasuanalyysin tulkinnan alkeet. *Spirium* 48 (1), 25–26.

Ilola, T. 2013b. Valtimoveren verikaasu- ja happo-emästaseanalyysi. Teoksessa Ilola, T., Heikkinen, K., Hoikka, A., Honkanen, R., Katomaa, J. *Anestesiahoitotyön käsikirja*. Helsinki: Duodecim, 62-64.

Inkinen, O., Aroviita, P. 2006. TRALI. *Finnanest* 39 (5), 433-437.

Irita, K. 2011. Risk and crisis management in intraoperative hemorrhage: Human factors in hemorrhagic critical events. *Korean journal of anesthesiology* 60 (3), 151-160. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3071477>

Jalava, U. 2001. Oppimisympäristönä simulaatio. Teoksessa Jalava, U., Keskinen, E., Keskinen, S. & Tiuraniemi, J. (toim.) Simulaatio-oppiminen henkilöstön kehittämisen välineenä. Turku: Turun yliopiston täydennyskoulutuskeskus, 7.

Jalonen, J. 2012. Verenvuodon hoidon kolmikanta. Teoksessa Niemi-Murola, L., Jalonen, J., Junttila, E., Metsävainio, K. & Pöyhiä, R. (toim.) Anestesiologian ja tehohoidon perusteet. 2. painos. Porvoo: Duodecim, 131.

Jantunen, E. 2013. Trombosytopenia. Luettu 22.3.2016. http://www.terveysportti.fi.elib.tamk.fi/dtk/ltk/koti?p_artikkeli=ykt00372&p_haku=trombosytopenia

JB1. 2010. Strategies for the management and prevention of hypothermia within the adult perioperative environment. Best Practice 14(13), 1-4. Joanna Briggs Institute.

Junttila, E. 2012. Parenteraalisessa nestehoidossa käytettävät valmisteet. Teoksessa Niemi-Murola, L., Jalonen, J., Juutila, E., Metsävainio, K. & Pöyhiä, R. (toim.) Anestesiologian ja tehohoidon perusteet. Helsinki: Duodecim, 124–125.

Karjalainen, H. 2006. Oppimiskäsityksistä opettamiseen - Fenomenografinen tutkimus-ammattillisten aikuisopettajien oppimis- ja opettamiskäsityksistä. Tampereen yliopisto. Kasvatustieteiden tiedekunta. Pro Gradu.

Kellomäki, M. 2013. Simulaatio hoitotieteen asiantuntijan vuorovaikutuskoulutuksessa – opiskelijoiden kokemuksia. Hoitotieteen laitos. Itä-Suomen yliopisto. Pro Gradu.

Kivinen, E. 2008. Sairaanhoidajaopiskelijoiden arvioita simulaatiosta hoitamisen taitojen oppimisessa. Hoitotieteen laitos. Kuopion yliopisto. Pro gradu-tutkielma.

Kokki, H. 2013. Perioperatiivinen lämpötila. Finnanest 46 (2), 138-143.

Kolb, A. & Kolb, D. 2008. Experimental learning theory: A Dynamic, Holistic Approach to Management Learning, Education and Development. Luettu 22.10.2015. http://www.researchgate.net/profile/David_Kolb/publication/267974468_Experimental_Learning_Theory_A_Dynamic_Holistic_Approach_to_Management_Learning_Education_and_Development/links/555912240ae6fd2d826eb12.pdf

Larkin, B. & Zimmanck, R. 2015. Interpreting arterial blood gases successfully. AORN 102 (4), 343-357.

Lee, S.H., Kim, H.K., Park, S.C., Kim, E.S., Kim, T.K. & Kim, C.S. 2010. The effect of infusion rate and catheter length on the temperature of warming fluid. Korean Journal Anesthesiology 58(1), 31–37.

Leppikangas, H. & Järvelä, K. 2013. Verenvuodon hoito. Teoksessa Rosenberg, P., Alahuhta, S., Lindgren, L., Olkkola, K. & Ruokonen, E. (toim.) Anestesiologia ja tehohoito. Helsinki: Duodecim, 340–347.

Linden, H. & Ilola, T. 2013. Verinäytteen otto valtimokanyylista. Teoksessa Ilola, T., Heikkinen, K., Hoikka, A., Honkanen, R., Katomaa, J. (toim.) Anestesiahoitotyön käsikirja. Helsinki: Duodecim, 62.

Liukas, T., Niiranen, P. & Räisänen, N. 2013a. Sydämen sykkeen seuranta. Teoksessa Ilola, T., Heikkinen, K., Hoikka, A., Honkanen, R., Katomaa, J. (toim.) Anestesiahoitotyön käsikirja. Helsinki: Duodecim.

Liukas, T., Niiranen, P., Räisänen, N. 2013b. EKG:n seuranta. Teoksessa Ilola, T., Heikkinen, K., Hoikka, A., Honkanen, R., Katomaa, J. (toim.) Anestesiahoitotyön käsikirja. Helsinki: Duodecim.

Liukas, T., Niiranen, P., Räisänen, N. 2013c. Hengityksen monitorointi. Teoksessa Ilola, T., Heikkinen, K., Hoikka, A., Honkanen, R., Katomaa, J. (toim.) Anestesiahoitotyön käsikirja. Helsinki: Duodecim.

Lukkari, L., Kinnunen, T. & Korte, R. 2015. Perioperatiivinen hoitotyö. 1.-5.painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Mattila, M-M., Suominen, P. & Roivainen, P. 2013. Laitteet. Teoksessa Rosenberg, P., Silvennoinen, M., Mattila, M., Jokela, J., Ranta, I.(toim.). Simulaatio-oppiminen terveydenhuollossa. Helsinki: Fioca Oy, 73–87.

Miller, R D. 2015. Miller's Anesthesia. 8. painos. Elsevier Saunders.

Mullen, L. & Byrd, D. 2013. Using simulation training to improve perioperative patient safety. AORN Journal 97(April), 419–427.

Mäkinen, P., Nokelainen, P., Raittinen, V., Peräkylä, L. & Ihanainen, M. 2005. Verkko-tutor - oppaaksi ja tueksi oppimisen ja ohjaamisen poluilla ajasta ja paikasta riippumatta. Tampereen yliopiston täydennyskoulutuskeskus TYT, Tampereen yliopisto. Luettu 3.12.2015. <http://www15.uta.fi/arkisto/verkkotutor/sisalto.htm>

Niemi, T., Suojäranta-Ylinen, R., Kukkonen, S., Kuitunen, A. 2006. Gelatin and Hydroxyethyl Starch, but Not Albumin, Impair Hemostasis After Cardiac Surgery. Anesth Analg 102, 998-1006

Niemi-Murola, L. 2004. Simulaattoriopetus – mitä, miksi, miten? Suomen lääkärilehti 59 (7), 681–685.

Niemi-Murola, L., Jalonen, J., Junttila, E., Metsävainio, K. & Pöyhkä, R.(toim.) 2014. Anestesiologian ja tehohoidon perusteet. 2. painos. Porvoo: Duodecim.

Nurmi, E., Rovamo, L. & Jokela, J. 2013. Simulaatiotilanteiden suunnittelu. Teoksessa Rosenberg, P., Silvennoinen, M., Mattila, M., Jokela, J. & Ranta, I.(toim.). Simulaatio-oppiminen terveydenhuollossa. Helsinki: Fioca Oy, 88–92.

Ozawa, S. 2013. Patient blood management: Use of topical hemostatic and sealant agents. AORN 98 (5), 461-478.

Palo, R. 2013. Verivalmisteiden käyttö Suomessa. Finnerest 46 (4), 308-313.

Pettilä, V., Uusaro, A. 2013. Ei hydroksyyliä tärkkelystä potilaille. Pääkirjoitus. Duodecim 129 (10), 1007-1008

Phrampus, P. & O'Donnell, J. 2013. Debriefing Using a Structured and Supported Approach. Teoksessa Levine, A., DeMaria, S., Schwartz, A., Sim, A. The Comprehensive Textbook of Healthcare Simulation. New York: Springer, 73-84.

Rall, M. 2013. Simulaatio – mitä, miksi, milloin ja miten? Teoksessa Rosenberg, P., Silvennoinen, M., Mattila, M., Jokela, J., Ranta, I. (toim.). 2013. Simulaatio-oppiminen terveydenhuollossa. Helsinki: Fioca Oy.

Rautava-Nurmi, H., Sjövall, S., Vaula, E., Vuorisalo, S. & Westergård, A. 2010. Neste- ja ravitsemushoito. Helsinki: WsoyPro Oy.

Reed, R. & Woolley, T. 2014. Uses of tranexamic acid. Continuing education in anesthesia, critical care & pain.

Salakari, H. 2007. Taitojen opetus. Saarijärvi: Saarijärven Offset.

Salmenperä, M. & Yli-Hankala, A. 2014. Potilaan valvonta anestesian aikana. Teoksessa Rosenberg, P., Alahuhta, S., Lindgren, L., Olkkola, K. & Ruokonen, E. (toim.) Anestesiologia ja tehohoito. Helsinki: Duodecim, 305–330.

Salomäki T. 2014a. Nestehoidon periaatteet. Teoksessa Rosenberg, P., Alahuhta, S., Lindgren, L., Olkkola, K. & Ruokonen, E. (toim.) Anestesiologia ja tehohoito. Helsinki: Duodecim, 332.

Salomäki T. 2014b. Verenvuodon aiheuttaman hypovolemian hoito. Teoksessa Rosenberg, P., Alahuhta, S., Lindgren, L., Olkkola, K. & Ruokonen, E. (toim.) Anestesiologia ja tehohoito. Helsinki: Duodecim, 335-336.

Seppänen, M. 2013. Lämpötalous. Teoksessa Ilola, T., Heikkinen, K., Hoikka, A., Honkanen, R., Katomaa, J. Anestesiahoitotyön käsikirja. Helsinki: Duodecim.

Shinnick, M., Woo, M., Horwich, T. & Steadman, R. 2011. Debriefing: the most important component in simulation. Clinical simulation in nursing (7), 105-111.

SIMULA. 2011. SIMULA-simulaatiokeskus Savoniaan. Luettu 14.1.2016. <https://simula2011.wordpress.com/>

SPR. 2013. Verivalmisteiden käytön opas. Luettu 20.2.2016. http://extranet.libris.fi/pro-web/Verivalmisteiden_kayton_opas_2014_1/

SSH. 2015. About simulation. Society of simulation in healthcare -nettisivut. Luettu 7.1.2016. <http://www.ssih.org/About-Simulation>

Steadman, R., Coates, W., Huang, Y., Matevosian, R., Larmon, B., McCullough, L., Ariel, D. 2006. Simulation-based training is superior to problem-based learning for the acquisition of critical assessment and management skills. Critical Care Medicine 34(1)

Suvanto, S. & Väisänen, O. 2010. Simulaatio-opetus anestesiologiassa. Spirium 45 (1), 12–13.

Szyld, D., Rudolph, J. 2013. Debriefing with Good Judgement. Teoksessa Levine, A., DeMaria, S., Schwartz, A. & Sim, A. (toim.) *The Comprehensive Textbook of Healthcare Simulation*. New York: Springer, 85-94.

Tervaskanto-Mäentausta, T., Roivainen, P. 2013. Simulaatio-ohjaajakoulutus. Teoksessa Rosenberg, P., Silvennoinen, M., Mattila, M., Jokela, J., Ranta, I. (toim.). *Simulaatio-oppiminen terveydenhuollossa*. Helsinki: Fioca Oy.

Thorarinsdottir, H., Sjugurbjornsson, F., Hreinsson, K., Onundarson, P., Gudbjartsson, T. & Sigurdsson, G. 2010. Effects of fibrinogen concentrate administration during severe haemorrhage. *The Acta Anesthesiologica Scandinavica Foundation* 54, 1077-1082.

Tiainen, P. 2015. Periaoperatiivinen nestehoito. *Spirium* 50(4), 14-15.

Triolab. 2012. ABL90 FLEX operators manual. Luettu 19.3.2016. [http://www.triolab.fi/\\$2/file/995-420a-operator-manual.pdf](http://www.triolab.fi/$2/file/995-420a-operator-manual.pdf)

Tunturi, P. 2013a. Nestehoidon toteutus anestesian aikana. Teoksessa Ilola, T., Heikkinen, K., Hoikka, A., Honkanen, R. & Katomaa, J. (toim.) *Anestesiahoitotyön käsikirja*. Helsinki: Duodecim.

Tunturi, P. 2013b. Glukoosiliuokset. Teoksessa Ilola, T., Heikkinen, K., Hoikka, A., Honkanen, R. & Katomaa, J. (toim.) *Anestesiahoitotyön käsikirja*. Helsinki: Duodecim, 151.

Tunturi, P. 2013c. Kolloidit. Teoksessa Ilola, T., Heikkinen, K., Hoikka, A., Honkanen, R. & Katomaa, J. (toim.) *Anestesiahoitotyön käsikirja*. Helsinki: Duodecim, 151.

Tuomola, R., Maijanen, A. 1999. Internetpohjaiset oppimisympäristöt –esitelmä (oppimistyylien teoriataustaa –osio). Tietojenkäsittelytieteiden laitos, Tampereen yliopisto. Luettu 20.10.2015. <http://www.sis.uta.fi/ipopp/ipopp99/maijanen-tuomola/>

Tutkimuseettinen neuvottelukunta. 2012-2014. Hyvä tieteellinen käytäntö. Luettu 6.9.2016. <http://www.tenk.fi/fi/htk-ohje/hyva-tieteellinen-kaytanta>

Uusaro, A. 2013. Albumiinin käyttö nestehoidossa. Käypä hoito suositus. Luettu 27.1.2016. <http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituksat/suositus?id=nak08057>

Vikatmaa, L., Schramko, A. & Hiippala, S. 2015. Verenvuoto leikkauksissa. *Duodecim* 131(20), 1915–1920.

Vilkka, H. & Airaksinen, T. 2003. Toiminnallinen opinnäytetyö. Helsinki: Tammi.

Väisänen, S., Metsävainio, K. & Romppanen, J. 2006. Preanalyttisistä virhetekijöistä verikaasuanalysaattoreilla tehtävissä analyyseissä. *Finnanest* 39(2), 121–123.

Wallinvirta, E. & Nyström, P. 2012. Anestesiahoitaja simulaattorissa-kokemuksia haasteellisesta oppimisympäristöstä. *Spirium* 47(4), 26-29.

Xueqin, Z., Yu, G., Binbin, Z. & Jian, S. 2015. Anesthetic management of a patient with 10 l of blood loss during operation for a retroperitoneal mass. *Egyptian journal of anesthesia*. 31(2), 207–213.